



Universitat Autònoma de Barcelona

FACULTAT DE CIÈNCIES

Secció de Ciències Ambientals

ESTIMACIÓ DE LES EMISSIONS DE METÀ GENERADES PER FERMENTACIÓ ENTÈRICA A LA RAMADERIA BOVINA A CATALUNYA, COM A FONT DE GASOS D'EFECTE HIVERNACLE (GEH).

Memòria del projecte de final de carrera de Ciències Ambientals

presentada per:

Raúl Montesinos Jiménez.

i tutoritzada per:

Jordi Bartolomé Filella

Bellaterra, febrer de 2009

AGRAÏMENTS

A Jordi Bartolomé Filella per les seves indicacions en
la realització del projecte,

als meus pares pel seu suport i per la
seva confiança,

als meus sogres pel seu suport
logístic i,

a Sonia Domínguez, per tot.

ÍNDEX

AGRAÏMENTS

ÍNDEX

ÍNDEX DE TAULES I GRÀFIQUES

ÍNDEX DE FIGURES

BLOC 1. OBJECTIUS I METODOLOGIA

1.1 OBJECTIUS.....	8
1.2 METODOLOGIA.....	9
1.2.1 Primera fase: establiment del tema i objectius.....	9
1.2.2 Segona fase: recerca de la informació.....	9
1.2.3 Tercera fase: Organització de la informació i tractament de dades.....	9
1.2.3.1 Descripció dels conceptes previs.....	9
1.2.3.2 Determinació de les dades i metodologia del càlcul.....	9
1.2.3.3 Anàlisi.....	10
1.2.4 Quarta fase: Fase final.....	10

BLOC 2. INTRODUCCIÓ

2.1 INTRODUCCIÓ AL CONCEPTE DE FERMENTACIÓ ENTÈRICA.....	11
2.2 EVOLUCIÓ DE LA RAMADERIA BOVINA.....	14
2.2.1 L'evolució del sistema ramader boví a Catalunya al darrer segle.....	15
2.3 EL CANVI CLIMÀTIC.....	19
2.3.1 Els gasos d'efecte hivernacle.....	23
2.3.1.1 El metà (CH_4).....	23
2.3.1.1.1 Els bacteris metanogènics.....	23
2.3.1.1.2 Metà i canvi climàtic.....	24
2.3.2 Altres gasos d'efecte hivernacle.....	25
2.3.2.1 Diòxid de carboni (CO_2).....	25
2.3.2.2 Ozó (O_3).....	25
2.3.2.3 Òxid nitrós (N_2O).....	26
2.3.2.4 Altres gasos.....	26
2.3.3 Emissions de metà d'origen natural.....	26
2.3.4 Emissions de metà d'origen antropogènic.....	26
2.4 L'IMPACTE DE LES EMISSIONS DE METÀ DE LA RAMADERIA A ESCALA GLOBAL (L'INFORME LIVESTOCK'S LONG SHADOW).....	27

2.5. EL CANVI CLIMÀTIC A CATALUNYA.....	29
2.5.1 Principals factors que hi contribueixen al canvi climàtic a Catalunya.....	29
2.5.2 Emissions de gasos d'efecte hivernacle a Catalunya.....	29

BLOC3. ANÀLISI

3. FASES DEL CÀLCUL DE LES EMISSIONS DE METÀ DE LA RAMADERIA BOVINA A CATALUNYA...	32
3.1 METODOLOGIA.....	36
3.1.1 Definicions per subcategoria de ramats i població per subcategoria.....	36
3.1.2 Estimació d'ingesta d'aliment d'un animal típic de cada subgrup.....	37
3.1.2.1 Estimació del Pes	38
3.1.2.2 Estimació de l'augment de pes mitjà per dia.....	41
3.1.2.3 Estimació de la situació alimentària.....	43
3.1.2.3.1 Sistema extensiu.....	43
3.1.2.3.2 Sistema intensiu.....	44
3.1.2.3.3 Classificació de les situacions alimentàries a Catalunya segons l'IPCC.	45
3.1.2.4 Estimació de la producció diària de llet i contingut de greixos.....	47
3.1.2.5 Estimació de la digestibilitat.....	47
3.1.2.5.1 Digestibilitat dels animals en el sistema extensiu.....	48
3.1.2.5.2 Digestibilitat dels animals de menys de 12 mesos (intensiu).....	50
3.1.2.5.3 Digestibilitat dels animals en el sistema intensiu	51
3.1.3 Càlculs de l'energia bruta.....	55
3.1.3.1 Energia neta pel manteniment (NEm).....	56
3.1.3.2 Energia neta per l'activitat (NEa).....	56
3.1.3.3 Energia neta pel creixement (NEg).....	57
3.1.3.4 Energia neta per la lactància (NEI).....	58
3.1.3.5 Energia neta per la gestació (NEp).....	59
3.1.3.6 Relació entre l'energia disponible en dieta pel manteniment i l'energia digerible consumida (REM).....	60
3.1.3.7 Relació entre l'energia disponible en dieta pel creixement i l'energia digerible consumida (REM).....	61
3.1.3.8 Energia Bruta.....	61
3.1.4 Estimació del factor d'emissió del metà (EF).....	61
3.1.4.1 Estimació del factor de conversió Y_m	62
3.2 RESULTATS I ANÀLISI.....	63

BLOC 4. DISCUSSIÓ, CONCLUSIONS I PROPOSTES

4.1. DISCUSSIÓ.....	74
4.2 PROPOSTES PER A LA REDUCCIÓ DE LES EMISSIONS DE METÀ DE LA RAMADERIA BOVINA..	79
4.2.1 Variació de la dieta.....	79
4.2.2 Ús d'additius.....	80
4.2.3 Ús d'antibiòtics.....	81

4.3 CONCLUSIONS	81
-----------------------	----

BLOC 5. INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA

5.1 BIBLIOGRAFIA I DOCUMENTACIÓ.....	82
5.2 ACRÒNIMS.....	84
5.3 GLOSSARI.....	85

BLOC 6. ANNEXOS

6.1 CRONOGRAMA.....	87
6.2. PRESSUPOST.....	89
5.2.1 Justificació del pressupost.....	90
6.3 PROGRAMA PER A L'ELABORACIÓ DELS CÀLCULS	
6.3.1 Instruccions.....	92

ÍNDIX DE TAULES I GRÀFIQUES

TAULES

Taula 2.1. Principal tipus i característiques dels bacteris del rumen.....	13
Taula 2.2. Evolució dels caps de boví a Catalunya.....	17
Taula 2.3. Evolució de les emissions de metà per fermentació entèrica.....	30
Taula 2.4. Inventari d'emissions de GEH Catalunya 1990-2005 (Tones de CO ₂ equivalent).....	31
Taula 3.1. Subcategories i població del bestiar boví a Catalunya.....	36
Taula 3.2. Pes dels animals en funció de l'edat i l'ús.....	41
Taula 3.3. Comparativa entre dieta ecològica i ambiental.....	48
Taula 3.4. Tipus d'alimentació i digestibilitat en el sistema extensiu	49
Taula 3.5. Digestibilitat dels vedells en sistema extensiu.....	50
Taula 3.6. Digestibilitat i dieta dels vedells.....	51
Taula 3.7. Digestibilitat dels vedells en sistema intensiu.....	51
Taula 3.8. Digestibilitat de diferents racions. A.....	52
Taula 3.9. Digestibilitat de diferents racions. B.....	53
Taula 3.10. Dades de les diferents variables per al càlcul d'emissions del sistema intensiu.....	54
Taula 3.11. Coeficients per calcular l'energia neta pel manteniment.....	56
Taula 3.12. Coeficients per calcular l'energia neta per l'activitat.....	57
Taula 3.13. Emissions de metà per fermentació entèrica en sistemes d'alimentació extensius.....	64
Taula 3.14. Emissions de metà per fermentació entèrica en sistemes d'alimentació intensius.....	65
Taula 3.15. Caps de Boví per comarques.....	66
Taula 3.16 Emissions per comarques.....	67
Taula 3.17. Comparació d'emissions entre comarques de diferents sistemes d'alimentació.....	70
Taula 3.18. Factors d'emissió dels diferents tipus de ramats.....	71
Taula 3.19. Emissions a Catalunya (any 2005) segons l'aplicació dels diferents factors de conversió.....	72

GRÀFIQUES

Gràfica 2.1. Evolució de les emissions totals i del sector del processat d'energia.....	30
Gràfica 2.2. Evolució de les emissions per fermentació entèrica.....	30
Gràfica 3.1. Augment del pes en funció de l'edat.....	39
Gràfica 3.2. Augment del pes en femelles.....	42
Gràfica 3.3. Augment del pes en mascles.....	42
Gràfica 3.4. Energia neta pel creixement en funció del sexe	58
Gràfica 3.5. Emissions de metà per subcategoria.....	63
Gràfica 3.6. Emissions de metà per sistema d'explotació a Catalunya.....	68
Gràfica 3.7. Emissions de metà per sistema d'explotació al món.....	68
Gràfica 4.1. Relació entre digestibilitat i emissions de metà.....	79

ÍNDEX D' EQUACIONS I FIGURES

FIGURES

Figura 2.1. Aparell digestiu dels remugants.....	11
Figura 2.2. Metabolisme digestiu del rumen.....	12
Figura 2.3. Distribució per comarques de la cabanya ramadera bovina.....	18
Figura 2.4. Primer factor astronòmic de Milankovitch.....	20
Figura 2.5. Segon factor astronòmic de Milankovitch.....	20
Figura 2.6. Tercer factor astronòmic de Milankovitch.....	20
Figura 2.7. Mínim de Maunder.....	21
Figura 2.8. Forçament radiatiu dels gasos i les partícules.....	22
Figura 2.9. Procés de formació de metà.....	23
Figura 2.10 Diagrama de la primera fase d'estimació de dades.....	32
Figura 2.11. Diagrama de la segona fase d'estimació de dades.....	33
Figura 2.12. Diagrama de la tercera fase d'estimació de dades.....	34
Figura 2.13. Diagrama de la quarta fase d'estimació de dades.....	35
Figura 3.1. Distribució per comarques de la situació alimentària a Catalunya.....	46
Figura 3.2. Variables energètiques que determinen l'energia bruta.....	55
Figura 3.3. Distribució de l'energia bruta a la dieta dels bovins.....	60
Figura 3.4. Mapa de distribució de bovins per comarques.....	69
Figura 3.5. Mapa d'emissions generades per comarques.....	69

EQUACIONS

Equació 3.1. Estimació de la digestibilitat mitjana.....	49
Equació 3.2. Energia Neta pel manteniment.....	56
Equació 3.3. Energia Neta per l'activitat.....	56
Equació 3.4. Energia Neta pel creixement.....	58
Equació 3.5. Energia Neta per la lactància.....	59
Equació 3.6. Energia Neta per la gestació.....	59
Equació 3.7. Relació entre l'energia disponible en dieta pel manteniment i l' energia digerible consumida (REM).....	60
Equació 3.8. Relació entre l'energia disponible en dieta pel creixement i l'energia digerible consumida (REG).....	61
Equació 3.9. Energia Bruta (GE).....	61
Equació 3.10. Factor d'emissió.....	62
Equació 3.11. Factor de conversió.....	62

1.1. OBJECTIUS

L' objectiu general del present projecte és calcular les emissions de metà generades per la fermentació entèrica de la ramaderia bovina a Catalunya.

Un primer objectiu específic és relacionar aquestes emissions amb l'inventari d'emissions de GEH de Catalunya, per calcular quin és el veritable impacte dels processos fisiològics d'aquests animals com a font d'emissions de gasos que poden contribuir a l'escalfament global.

Un segon objectiu és realitzar una comparativa entre els càlculs realitzats a partir de les directrius de l'IPCC de 2006 (capítol 10) pels inventaris nacionals de gasos d'efecte hivernacle i diferents estudis realitzats sobre les emissions de metà del bestiar.

Un tercer objectiu és proposar una sèrie de mesures correctores que poden minimitzar l'impacte de les emissions generades per aquests animals.

1.2 METODOLOGIA

El desenvolupament del projecte s'ha realitzat en les fases que a continuació es detallen:

1.2.1 Primera fase: establiment del tema i objectius.

Aquesta fase consisteix a l'establiment del tema del projecte i dels objectius, tant generals com específics, objecte d'estudi. En aquest projecte es realitza una avaluació sobre les emissions de metà, generades per fermentació entèrica, a les diferents comarques de Catalunya. A partir dels objectius es pretén profunditzar en la metodologia del càlcul d'emissions i situar, dins dels context català i mundial, el grau de contribució als Gasos d'Efecte Hivernacle (GEH). La manca de treballs específics a Catalunya sobre aquest tema i determinar quines són les emissions reals dels bovins a Catalunya són les causes que han provocat l'interès per desenvolupar aquest projecte.

1.2.2 Segona fase: recerca de la informació.

Les dades utilitzades pel desenvolupament del projecte han estat documentals. Les fonts de documentació s'han obtingut a partir d'una recerca bibliogràfica extensa i, alhora, complicada degut a la manca d'informació en alguns apartats. Els recursos utilitzats han estat: llibres, articles i fonts estadístiques.

1.2.3 Tercera fase: Organització de la informació i tractament de dades.

A aquesta fase s'estructura la informació obtinguda en funció de l'apartat objecte d'estudi.

1.2.3.1 Descripció dels conceptes previs

A aquest apartat es pretén situar la informació bàsica de referència dels diferents conceptes: la fermentació entèrica, les probables causes dels canvis climàtics al llarg de la història, així com els processos i emissions de GEH generades a Catalunya. També es situa l'anàlisi d'un informe de la FAO (l'informe Livestock's Long Shadow) on es relaciona aquesta informació.

1.2.3.2 Determinació de les dades i metodologia del càlcul

A partir de les dades obtingudes al llarg de la recerca, en aquest apartat es determina quins poden ser els valors més adients per a cada variable i es contrasta amb diferents fonts. Es realitza un programa amb diferents fulles de càlculs on s'introdueixen totes les dades amb la finalitat de realitzar les estimacions

d'emissions. Per al càlcul es segueixen les directrius de l' IPCC de 2006 per als inventaris nacionals de GEH.

1.2.3.3 Anàlisi

A partir de les dades obtingudes en el procés de recerca, i el seu tractament i organització, es du a terme una comparativa amb l'inventari de GEH de Catalunya, les emissions generades a nivell mundial i amb estudis d'altres països. L'objectiu és determinar el grau de responsabilitat d'aquest tipus d'emissions a l'àmbit català. Per últim, es suggereixen una sèrie de mesures per poder minimitzar l'impacte que té aquesta activitat.

1.2.4 Quarta fase: Fase final

Una vegada finalitzat l'estudi s'extreuen les conclusions finals del projecte.

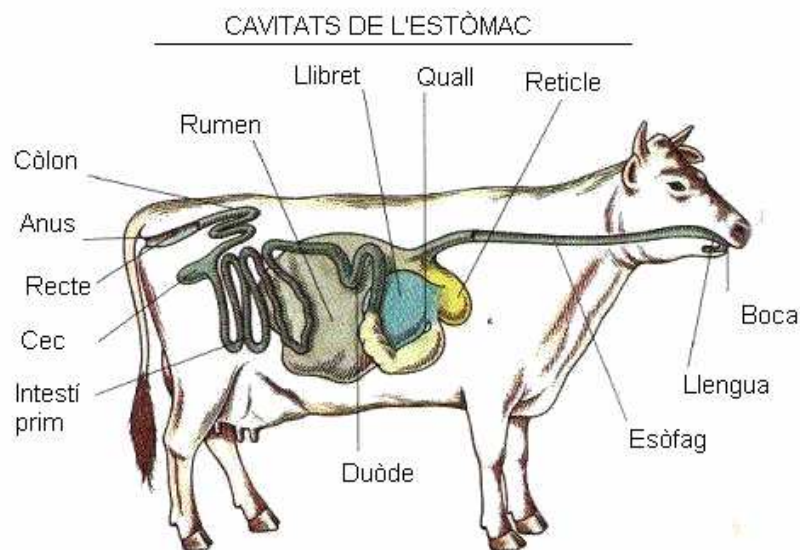
2. INTRODUCCIÓ

2.1 Introducció al concepte de fermentació entèrica dels bovins

Tradicionalment els bovins s'han alimentat de plantes herbàcies i arbustives de pastures naturals, de plantes farratgeres cultivades i de subproductes agrícoles. La quantitat d'energia que poden obtenir a partir d'aquest aliments depèn de dos característiques: la quantitat de farratge ingerida (ingestibilitat) i la quantitat de farratge que desapareix al tub digestiu (digestibilitat). A l'actualitat els farratges es complementen amb aliments rics en proteïnes i amb un elevat percentatge de digestibilitat.

L'estructura digestiva dels bovins (dels remugants, en general) consisteix en tres compartiments digestius addicionals a l'estómac o quall (secretor del suc gàstric). Aquests pre-estòmacs són: la panxa o rumen, el reticle i el llibret (figura 2.1).

Figura 2.1.- Aparell digestiu dels remugants



Font: <http://www.xtec.net/~jmerino/m2/fitxers/intestivaca.jpg>

El conjunt rumen-reticle està sempre ple d'una massa alimentària fibrosa, en curs de fermentació, que representa aproximadament les tres quartes parts dels contingut digestiu total i del 8 al 17% del pes viu de l'animal (Jarrige, J. 1990). Durant el dia, l'animal ingereix aliments entre cinc i vuit hores en aproximadament dotze àpats. Al rumen, la quantitat d'aliment augmenta en el curs dels àpats

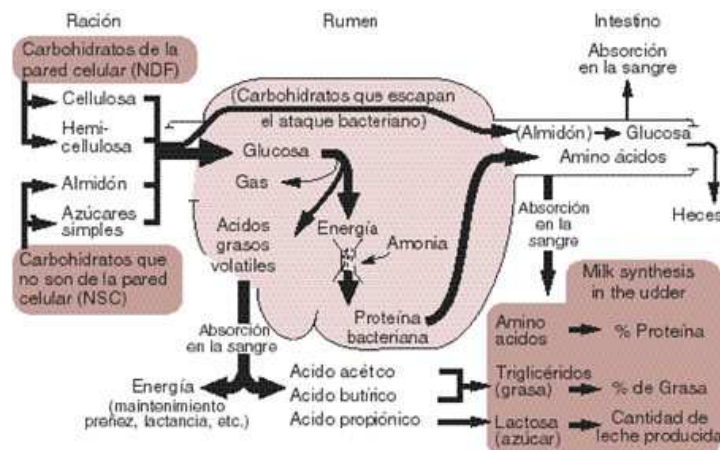
BLOC 2. Introducció

arribant al màxim al final del dia. Degut a diferents tipus de contraccions la massa ruminal és desplaçada a la part posterior del rumen fins que aquest es buida. El procés de buidatge es realitza mitjançant dos processos:

- La població bacteriana destrueix gairebé totalment els teixits amb parets cel·lulars no lignificades, juntament amb els productes resultants de la fermentació, que són absorbits o eliminats.
- Las partículas lignificadas no degradadas són evacuades a trams posteriors a través del conducte que comunica el reticle amb el llibret.

Una part de l'aliment passa a una zona on es formen unes porcions anomenades rumies que retornen a la boca i són mastegades altre vegada. Quan aquesta massa sòlida queda ben fragmentada retorna al sistema digestiu de l'animal, dipositant-se en el llibret on acaba de quallar. Moltes de les cèl·lules microbianes formades al rumen són digerides i constitueixen la principal font de proteïnes i vitamines de l'animal. A la figura 2.2 es mostren els processos metabòlics que tenen lloc al rumen i el resultats d'aquests.

Figura 2.2. Metabolisme digestiu del rumen



Font: Unión ganadera general de Jalisco

Dins del rumen, es produeix la digestió de la cel·lulosa i altres polisacàrids per part dels microorganismes. Al rumen es degraden els aliments, per processos de fermentació microbiana, a formes químiques més simples que poden ser absorbides i metabolitzades per l'animal. Com a resultat d'aquest procés de fermentació, anomenat fermentació entèrica, es produeix metà que és exhalat o eructat per l'animal.

BLOC 2. Introducció

Durant el procés de digestió l'aliment hi està de nou a dotze hores en el rumen on els bacteris del fluid ruminal, (entre 10^{10} a 10^{11} de bacteris), actuen produint el disacàrid cel·lobiosa i glucosa. Posteriorment es produeix, mitjançant l'acció bacteriana, la formació d'àcid acètic, propiònic i butíric. Una vegada sintetitzades aquestes molècules, els àcids grassos travessen la paret del rumen i passen a la sang. Des d'allí van als teixits on són utilitzats com a font principal d'energia.

Per a la transformació de l'aliment en les substàncies que poden ser absorbides per l'animal han de succeir una sèrie de reaccions químiques en el rumen que requereixen de l'activitat combinada d'un seguit de bacteris anaeròbics estrictes. A la taula 2.1 es mostren els principals tipus de bacteris que es poden trobar al rumen i les seves característiques.

Taula 2.1. Principals tipus i característiques dels bacteris del rumen

Organisme	Morfologia	Productes de fermentació	Sostrat
Fibrobacter succinogenes	Bacil	Succinat, acetat, formiat	Cel·lulosa
Butyrivibrio fibrisolvens	Bacil corbat	Acetat, formiat, lactat, butirat, H ₂ i CO ₂	Cel·lulosa
Ruminococcus albus	Coco	Acetat, formiat, H ₂ i CO ₂	Cel·lulosa
Clostridium lachnoides	Bacil (espora)	Acetat, formiat, butirat H ₂ i CO ₂	Cel·lulosa
Ruminococcus Flavefaciens	Coco	Acetat, succinat i H ₂	Cel·lulosa
Clostridium polysaccharolyticum	Bacil (espora)	Acetat, formiat, butirat i H ₂	Cel·lulosa i midó
Bacteroides ruminicola	Bacil	Formiat, acetat i succinat	Midó
Ruminobacter amylophilus	Bacil	Formiat, acetat i succinat	Midó
Selenomonas ruminantium	Bacil corbat	Acetat, propionat i lactat	Midó
Succinomonas amylolytica	Ovalat	Acetat, propionat i succinat	Midó
Streptococcus bovis	Coco	Lactat	Midó
Selenomonas lactolytica	Bacil corbat	Acetat i succinat	Lactat
Megasphaera elsdenii	Coco	Acetat, propionat, butirat, valerat, coproact, H ₂ i CO ₂	Lactat
Viellonella parvula	Coco	Acetat, propionat i H ₂	Lactat
Lachnospira multiparus	Bacil corbat	Acetat, formiat, lactat, H ₂ i CO ₂	Pectina
Anaerovibrio lipolytica	Bacil	Acetat, propionat i succinat	Lipolític
Eubacterium ruminantium	Bacil	Formiat, butirat, lactosa i CO ₂	Xilano
Lactobacillus ruminis	Bacil	Lactosa	Sucres
Lactobacillus vitulinus	Bacil	Lactosa	Sucres
Methanobrevibacter ruminantium	Bacil	CH ₄ (de H ₂ + CO ₂ o formiat)	Metanògens
Methanomicrobium mobile	Bacil	CH ₄ (de H ₂ + CO ₂ o formiat)	Metanògens
Eubacterium oxidoreducens	Bacil	Lactosa i H ₂	Aromàtics

Font: Revistaciencias.com

BLOC 2. Introducció

Dins del conjunt de microorganismes es troben els bacteris cel·lulolítics que realitzen un procés molt important en atacar les parets cel·lulars dels aliments. Bacteris com el *Fibrobacter* i el *Ruminococcus*, bacteris cel·lulolítics més abundants del rumen, o els *Ruminobacter*, *Succinomonas* o *Lachnospira*, que es troben en menor quantitat, degraden la cel·lulosa a diferents compostos com l'acetat, succinat, formiat, lactat, butirat, H_2 i CO_2 . Part dels productes de la fermentació d'aquests bacteris són metabolitzats per altres organismes produint-se la transformació de succinat a propionat i CO_2 i la fermentació del lactat a acetat i altres àcids. Els bacteris que realitzen aquest procés són el *Megasphaera* i el *Selenomonas*. Durant els processos fermentatius, el H_2 que es produeix al rumen no s'acumula i és utilitzat ràpidament pels organismes metanògens, (com el *Methanobrevibacter* i la *Methanomicrobium*) per reduir CO_2 a CH_4 i, així, obtenir ATP.

Part d'aquests bacteris són destruïts en el rumen per protozous, al formar part de la seva base alimentària, tot i que la major part abandonen el rumen adherits a partícules d'aliment o bé en el fluid ruminal passant al llibret. Aquestes pèrdues són compensades per la ràpida multiplicació de la població bacteriana.

Per concloure podem dir que la formació de metà és un producte residual del procés digestiu i que la quantitat de gas que es forma està directament relacionada amb el contingut en cel·lulosa dels aliments ingerits.

2.2 Evolució de la ramaderia bovina

Els avantpassats dels bovins actuals es van desenvolupar al subordinat índic. Després de la glaciació produïda fa uns 250.000 anys es van estendre per Europa, el nord d'Àfrica i altres parts del continent asiàtic. Es podien distingir dos subtipus distints: el *Bos primigenius namadicus* (l'avantpassat dels zebús actuals) i el *Bos primigenius primigenius* (l'extingit ur), que va donar lloc als bovins europeus actuals. Prova de la relació entre els éssers humans i els bòvids són tota la sèrie de pintures rupestres que es troben al continent europeu.

Els bovins eren caçats per obtenir aliment i per l'aprofitament de la seva pell (construcció de roba, tendes i, fins i tot, barques). També s'aprofitaven els ossos per a la fabricació de llances i hams.

La domesticació dels bovins es va desenvolupar a l'Orient Mitjà fa entre 8.000 i 10.000 anys. La possibilitat d'obtenir aliments, com la llet i la carn, afegit a

BLOC 2. Introducció

l'aprofitament de la seva força de tir i al seu paper destacat com a ofrena religiosa, esdevenen les causes més probables de la seva domesticació.

La difusió de l'activitat ramadera per Europa i Àsia va transcórrer fa 4.000 anys i va ser provocada per la invasió de ramaders nòmades que provenien de les estepes eurasiàtiques, així com per la influència de l'Orient Mitjà.

2.2.1 L'evolució del sistema ramader boví a Catalunya al darrer segle.

La ramaderia a Catalunya ha passat, al llarg d'aquest últim segle, de ser una activitat bàsicament d'autoconsum, amb un nombre reduït de caps i com a complement per les produccions agrícoles, per esdevenir una ramaderia industrialitzada i amb una completa inserció en els circuits comercials.

Al principi del segle XX, la cabanya ramadera tenia menys pes a Catalunya en comparació amb la resta de l'Estat espanyol. El 1931 representava el 18% dins del conjunt agrari mentre que la mitjana espanyola es situava al voltant del 31%. Malgrat aquesta diferència, la cabanya no havia deixat de créixer des de la meitat del segle XIX degut sobretot a la proliferació de les lleteries. El model de desenvolupament agrari, amb bona part de conreus intensius de regadiu i unes pastures pobres a causa de l'escassa pluviositat en bona part del territori català, juntament amb l'absència de terrenys on es cultivessin farratges, va fer que la ramaderia es situés en un segon pla dins de la producció agrària.

L'evolució de la cabanya ramadera va patir fluctuacions entre la meitat del segle XIX i el primer terç del segle XX. La necessitat d'espais per al cultiu de la vinya i el fort avenç de les superfícies cultivades va fer que desapareguessin terres de boscos i pastures, la qual cosa va provocar un descens de la cabanya ramadera. Altre factor que va afectar a aquestes fluctuacions van ser els conflictes bèl·lics, ja que la ramaderia es convertí en un botí necessari per a la continuïtat de la contesa.

A finals del segle XIX, coincidint amb la crisi agrària, algunes espècies com el boví van experimentar un increment del nombre de caps mentre que d'altres van veure reduïda la seva presència, com és el cas de l'oví o el cabrum. Això és conseqüència de la reestructuració de les cabanyes a l'optar els pagesos per aquelles espècies que presentaven un major valor econòmic. Aquest increment d'algunes espècies va beneficiar també a les persones que destinaven part dels seus terrenys al cultiu d'espècies farratgeres per a la seva alimentació. Durant aquest segle, els bovins eren l'espècie utilitzada per al tir, degut a que l'aprofitament per a la carn o la llet

BLOC 2. Introducció

era bastant mediocre al no hi haver races especialitzades. Només es podien trobar races més especialitzades, com exemplars holandesos o suïssos, a les proximitats dels centres urbans.

A finals del segle XIX es produeix un modificació a l'estructura agrària. L'especialització dels bovins, degut a la importació de races amb un major aprofitament, fa que aquests s'estenguin per tot el país. Això provoca que els animals fins ara utilitzats per a llaurar, com els bous i les vaques, es canviïn per animals amb una major força de tir (cavalls) i que bous i vaques es destinin a la producció de carn i llet.

El factor que va desencadenar tota aquesta revolució dins del context agrari va ser la millora de les dietes de la població degut a l'increment de les rendes. El mercat de Barcelona era un dels principals demandants dels productes derivats de l'explotació bovina, això va provocar l'establiment de nombroses vaqueries dins de la ciutat i l'augment del nombre d'explotacions a comarques properes a la ciutat, com el Vallès Oriental, la Plana de Vic i el Baix Llobregat. Degut a l'especialització, les races holandesa i suïssa es van dedicar a la producció de llet mentre que les autòctones (com l'Aranesa) es van dedicar a la producció de carn. Com a resultat d'aquesta especialització la producció de llet va passar de 7 milions de litres anuals el 1900 a 120 milions a la dècada de 1930.

L'activitat ramadera decreixia de nord a sud. A la zona dels Pirineus la disponibilitat de pastures naturals i prats regats, abundants i de bona qualitat, permetria tenir amb facilitat explotacions de bovins. Això no vol dir que a la resta de comarques aquesta activitat fos testimonial, ja que les comarques més properes a la ciutat de Barcelona, com és el cas del Baix Llobregat, tenien una densitat elevada de petites explotacions ramaderes degut a l'elevada demanda de productes bovins, principalment llet. En aquest sentit, la producció de llet va experimentar durant el primer terç del segle XX un fort increment acompanyat d'una bona millora dels rendiments.

La guerra civil espanyola va provocar un descens generalitzat dels caps de boví i de totes les espècies ramaderes. A l'any 1940, les condicions en que es trobava la població degut a la manca d'aliments, que va arribar fins i tot a nivells de subsistència, va fer que la quantitat d'animals d'aquesta època es situés per sota de la població que hi havia al 1935. Aquesta tendència, provocada per la baixada de la demanda, per la situació econòmica de la població a la postguerra i per

BLOC 2. Introducció

l'increment de superfície de cereal cultivat en detriment del cultiu d'aliment destinat als animals es va mantenir fins que, l'any 1959, es va promulgar el Pla d'Estabilització.

Aquest Pla, que culmina amb l'entrada a 1986 a la CEE (Comunitat Econòmica Europea), va permetre modernitzar l'activitat ramadera. La industrialització va provocar que moltes persones emigressin al nuclis urbans on hi havia grans possibilitats de trobar feina, amb l'important descens de les poblacions rurals i de totes les activitats que es desenvolupaven. Aquest procés va ser especialment intens entre els anys 1960 i 1975. Dins l'aplicació dels "Planes de Desarrollo Económico", el primer pla aplicat (en el període comprès entre els anys 1964 i 1967) va permetre l'alliberació econòmica i l'obertura de la importació de cereals per fer pinsos. Això va significar l'inici de l'expansió de la ramaderia, sobretot a Catalunya, que en pocs anys es va convertir en la primera regió ramadera de l'Estat Espanyol.

A la taula 2.2 es mostra l'evolució de la cabanya ramadera a Catalunya des de l'any 1962 fins l'any 2006 i es pot veure com l'any 1999 marca el punt d'inflexió en la quantitat de caps de boví.

Taula 2.2 Evolució de caps de boví a Catalunya

	1962	1972	1982	1989	1999	2003	2005	2006
Caps de boví a Catalunya	202.336	310.663	388.942	577.498	691.931	595.968	532.708	626.953

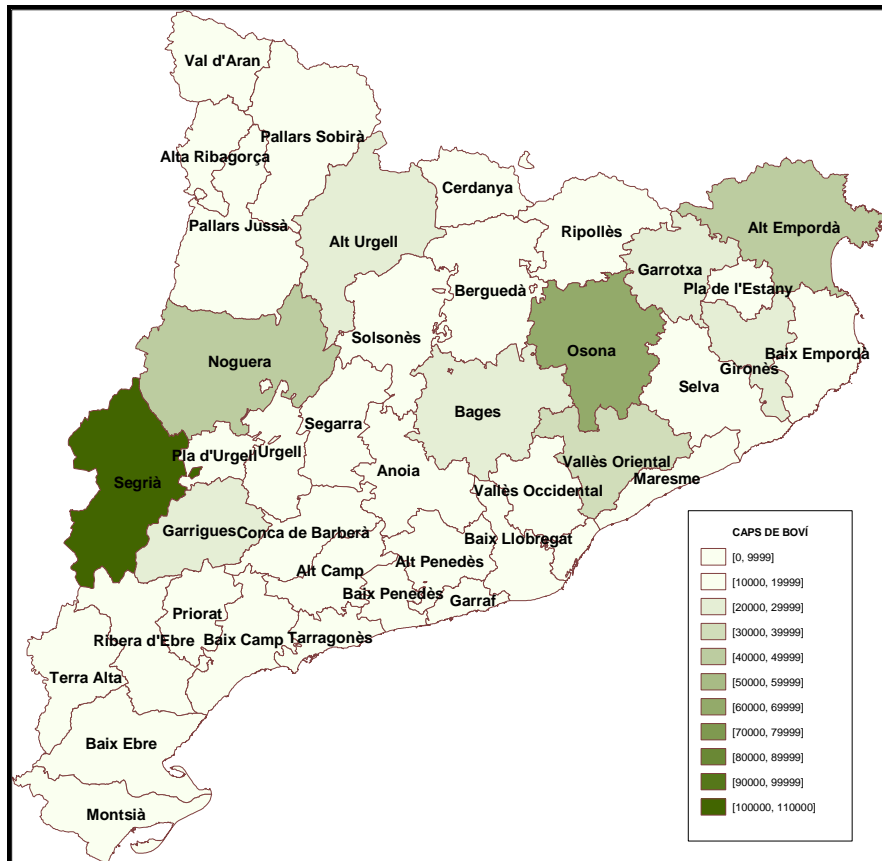
Font: INE. Censos agrarios de España 1962 -1999 i IDESCAT. Elaboració pròpia

En els darrers anys la cabanya bovina ha retrocedit respecte l'any 1999 com a conseqüència de la saturació del mercat i de les quotes lleteres imposades des de la Unió Europea (UE). Les dades utilitzades per a l'estudi varien entre els 626.953 caps segons l' Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT) i els 618.005 (juny del 2007) del Ministeri de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). A la figura 2.3 es pot veure com queda distribuïda la cabanya ramadera a Catalunya per comarques. La comarca del Segrià, amb el 15,9% de la població bovina de tota Catalunya, és la que conté (amb diferència) el major nombre de caps de boví, seguida d'Osona (10,65%), la Noguera (7,47%) i l'Alt Empordà (6,54%). El Barcelonès sense cap presència bovina, el Garraf amb un 0,08% i la Ribera de

BLOC 2. Introducció

l'Ebre i el Baix Penedès amb un 0,09% ocuparien el darrers llocs pel que fa a la presència bovina a Catalunya.

Figura 2.3. Distribució per comarques de la cabanya ramadera bovina



Elaboració pròpia a partir de les dades d' IDESCAT

BLOC 2. Introducció

2.3 El canvi climàtic

Per "canvi climàtic" s'entén un canvi de clima, atribuït directa o indirectament a l'activitat humana, que altera la composició de l'atmosfera mundial i que se suma a la variabilitat natural del clima observada durant períodes de temps comparables¹.

Article1, paràgraf 2

El clima ve definit al diccionari de la Real Acadèmia com "el conjunt de condicions atmosfèriques que caracteritzen una regió". Aquestes condicions estan determinades per l'energia del Sol i per la interacció d'aquesta amb els cinc subsistemes de la terra: l'atmosfera, la hidrosfera, la criosfera, la litosfera i la biosfera. D'aquests cinc subsistemes el més important pel sistema climàtic és l'atmosfera degut a que *la interacció dels gasos atmosfèrics amb la radiació solar i amb la radiació emesa per la terra caracteritza els fluxos d'energia a través del sistema climàtic* (J. Enric Llebot).

Al llarg dels 4.600 milions d'anys de vida de la Terra s'han produït variacions climàtiques (és a dir, canvis climàtics) degut a diferents mecanismes. L'astrònom Melutin Milankovitch va situar tres factors que contribueixen a les variacions climàtiques i que es generen amb una periodicitat en el temps. En primer lloc, la inclinació de l'eix de rotació de la terra que amb una periodicitat de 41.000 anys varia entre un mínim de 21.5° i un màxim de 24.5° (a l'actualitat és de 23.4°). La inclinació del pla orbital és la causa de que hi hagin estacions. Com més gran sigui la variació del pla orbital major serà la diferència entre l'estiu i l'hivern. Si la inclinació del pla orbital fos 0 no hi hauria estacions i el dia i la nit tindrien la mateixa durada. El segon factor és la forma de l'òrbita terrestre que amb una periodicitat de 100.000 anys passa d'una òrbita més el·líptica a una de més circular, de forma que quan la Terra descriu una òrbita més el·líptica s'intensifiquen les estacions. El tercer factor correspon a la precessió orbital o canvi de la direcció de l'eix de rotació de la terra. Aquest factor triga 23.000 anys en completar tot el cicle d'aquest moviment. Milankovitch va realitzar tot un seguit de càlculs matemàtics arribant a la conclusió que una combinació d'aquests factors modifiquen la insolació que rep la terra suficientment com per a que es generi un creixement de les masses de gel, el que es coneix com a períodes glacials.

¹ Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic

BLOC 2. Introducció

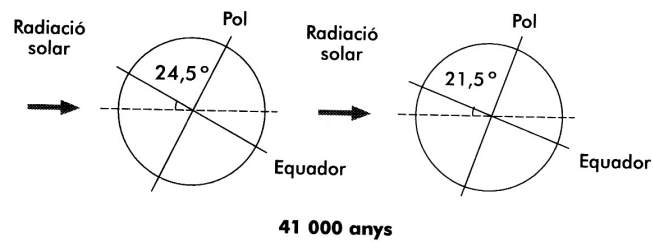


Figura 2.4 Primer factor astronòmic de Milankovitch: la inclinació de l'eix de rotació amb el pla de l'òrbita. Font: Llibre "El temps és boig..." J. Enric LLebot

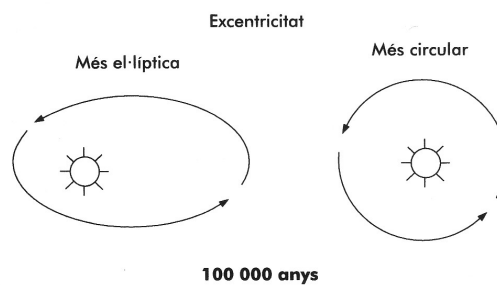


Figura 2.5 Segon factor astronòmic de Milankovitch: la forma de l'òrbita terrestre varia amb un període de 100.000 anys. Font: Llibre "El temps és boig..." J. Enric LLebot

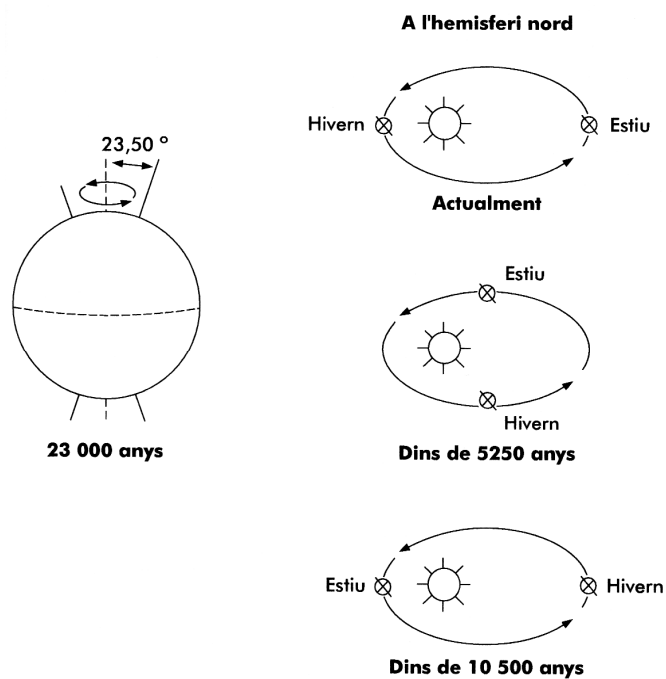
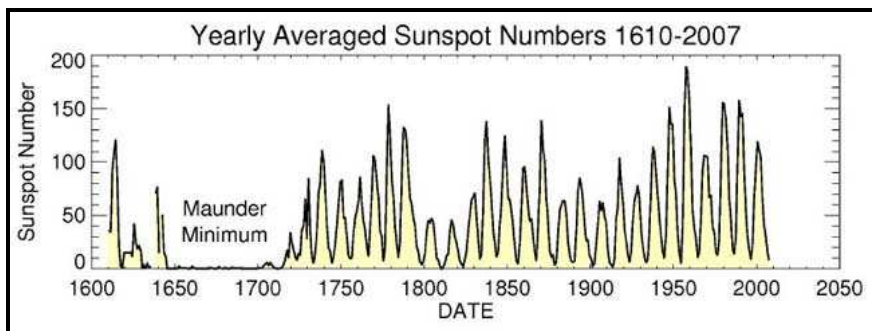


Figura 2.6 Tercer factor astronòmic de Milankovitch: la precessió orbital correspon a la rotació al voltant de l'eix perpendicular al pla de l'òrbita. Font: Llibre "El temps és boig..." J. Enric LLebot

BLOC 2. Introducció

L'altre factor que afecta a la variabilitat del clima és la variació de l'energia emesa pel Sol com a conseqüència de l'activitat solar. La variació solar més coneguda és la de les taques solars que, amb una periodicitat d'11 anys, fan que l'energia que arriba a la terra variï en 0.1%, tot i que aquesta variació no té una influència significativa en el clima. Hi ha altres cicles de més duració que poden tenir una major influència en el clima com el cicle de Gleissberg amb una periodicitat de 80 a 100 anys i causant del conegut Mínim de Maunder. El Mínim de Maunder correspon a un període de 70 anys, entre els anys 1645 i 1715 (figura 2.7). En aquest període les taques solar van desaparèixer pràcticament, el que es va traduir en una important reducció de l'energia que va arribar a la terra, generant el que es coneix com "la petita edat de gel".

Figura 2.7 Mínim de Maunder



Font: Astroweb

En els darrers 60 anys no es pot atribuir l'augment de temperatura a un augment de l'energia que arriba a la Terra per l'acció de les taques solars o dels factors de Milancovitch. Sobre aquest aspecte el professor Eugene Parker (2007) de la Universitat de Chicago manté que l'increment de la temperatura fins aproximadament l'any 1950 es pot atribuir a l'augment de l'activitat solar. Després de 1950 la causa de l'increment de temperatura correspon a l'emissió i acumulació de CO₂ a l'atmosfera degut a l'activitat humana, ja que l'activitat solar no presenta un augment significatiu sinó que, de fet, aquesta activitat s'ha anivellat.

Per explicar quins fets han pogut catalitzar una variació de les condicions climàtiques s'han d'analitzar les variacions ocorregudes al marge dels factors de Milancovitch o de les taques solars. De tots els fets estudiats, l'augment de la concentració de gasos com el CO₂, el CH₄, i el N₂O, per l'activitat antròpica, i la seva interacció amb la radiació emesa per la Terra, es situa com la causa principal de l'escalfament global. Aquest fet provoca que el balanç de radiació a la Terra sigui positiu i, per tant, que augmenti la temperatura.

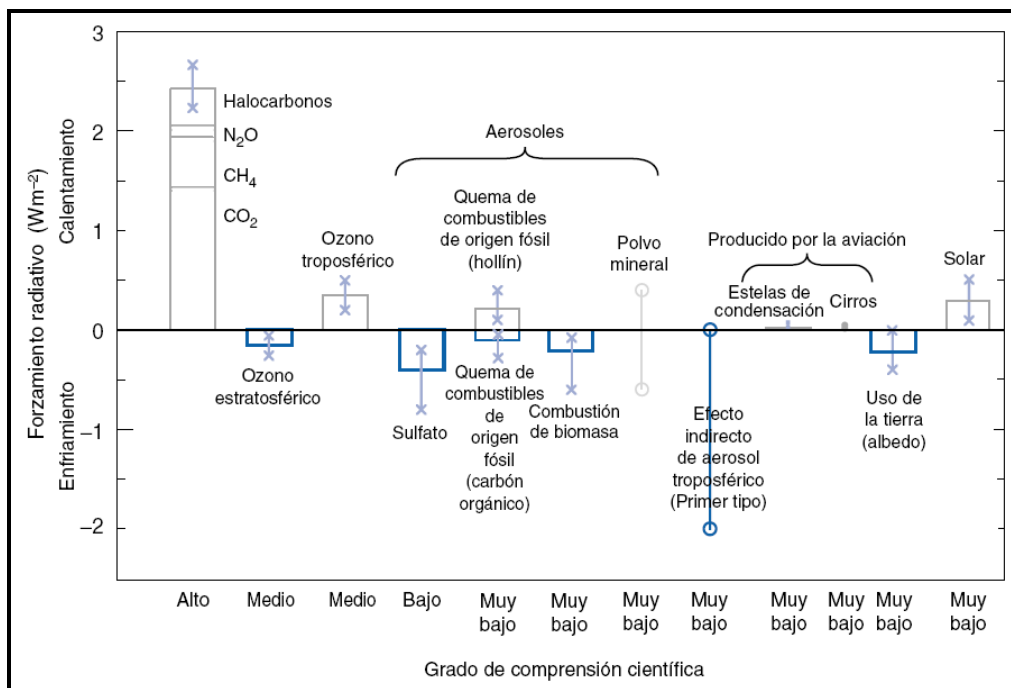
BLOC 2. Introducció

El balanç radiatiu és la diferència entre l'energia rebuda pel Sol i l'emesa per la Terra. La radiació solar que rep la terra en forma de radiació d'ona curta és de 342Wm^{-2} , dels que 107Wm^{-2} són reflectits pels núvols, els aerosols i l'atmosfera o per reflexió amb la superfície de la terra. D'altra banda, l'energia emesa per la Terra en forma d'ona curta és de 390Wm^{-2} , dels que 155Wm^{-2} són absorbits per l'atmosfera. Per tant, el balanç de radiació és neutre, ja que la Terra rep i emet la mateixa quantitat de radiació, és a dir, 255Wm^{-2} .

Les diferents molècules i partícules (com els gasos i aerosols) que es troben a l'atmosfera i que interaccionen amb la radiació solar es denominen agents de forçament. Quan es produeix un canvi de l'energia disponible per al sistema Terra-atmosfera degut als canvis dels agents de forçament, aquest canvi es defineix com a forçament radiatiu. Un forçament radiatiu positiu genera un escalfament a l'atmosfera i, per contra, un de negatiu, un refredament.

Els diferents gasos presenten un major o menor forçament radiatiu que depèn de la quantitat de molècules i de les característiques de cadascuna (figura 2.8).

Figura 2.8. Forçament radiatiu dels gasos i les partícules



Font: IPCC 2006.

BLOC 2. Introducció

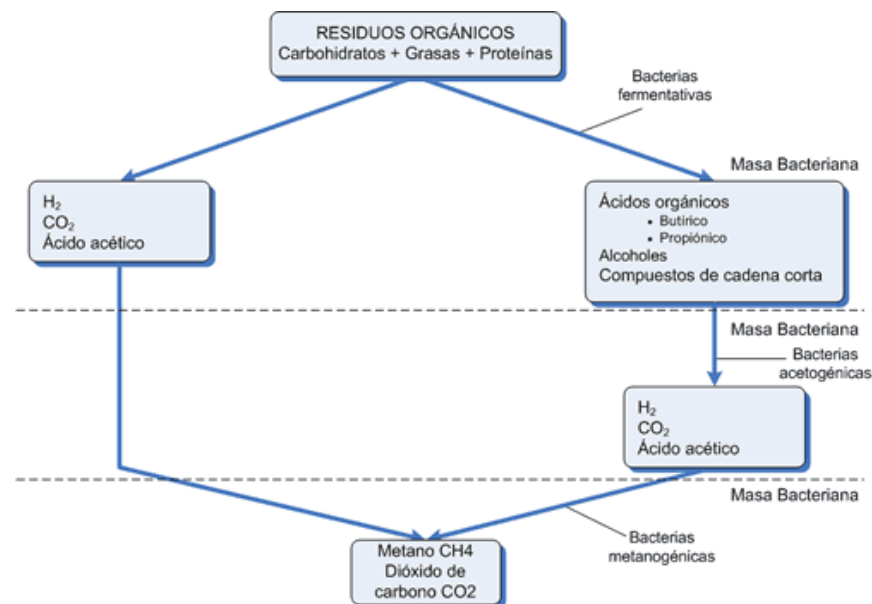
2.3.1 Els gasos d'efecte hivernacle.

2.3.1.1 El metà (CH₄)

El metà és un gas que es genera en condicions anaeròbies, és a dir, en processos que es donen sense oxigen. El metà resultant d'un procés de fermentació anaeròbia comporta la participació d'un complex nombre de microorganismes. Aquests organismes es poden dividir en tres grans grups en funció de la seva participació en el procés de formació del metà. La generació de metà no es produeix sense la participació d'aquests tres grups de microorganismes.

La fase d' hidròlisi és la primera etapa. A aquesta fase, els bacteris prenen la matèria orgànica amb les seves llargues cadenes d'estructures carbonatades i les van trencant i transformant en cadenes més curtes i simples (àcids orgànics), alliberant hidrogen i CO₂. A la fase d'acidificació es realitza la degradació dels àcids orgànics duent-los al grup acètic CH₃-COOH i alliberant hidrogen i CO₂. A l'última fase, denominada fase metanogènica, s'allibera el metà a partir de l'acètic i altres àcids orgànics de cadena curta.

Figura 2.9. Procés de formació de metà



Font: Textoscientíficos.com

2.3.1.1.1 Els bacteris metanogènics

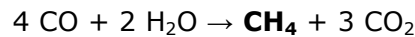
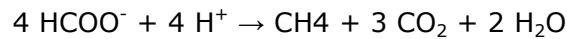
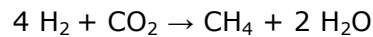
Els bacteris metanogènics són els procariotes reductors de CO₂ més importants. Aquests organismes són arqueobacteris anaerobis estrictes que utilitzen

BLOC 2. Introducció

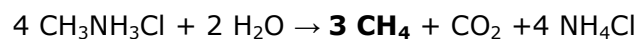
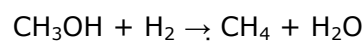
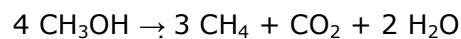
generalment el H₂ com a donant d'electrons. Hi ha al menys 10 substrats que es transformen en metà per l'acció d'un organisme metanogènic o altre.

Es poden dividir en tres classes:

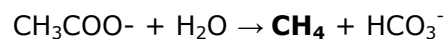
Substrats de tipus CO₂



Substrats amb grup metil



Substrats d'acetotròfiques



La conversió d'acetat a metà apareix com un procés natural molt important en digestors de residus i en mitjans anòxics d'aigua dolça, on no hi ha una competència excessiva per l'acetat amb altres bacteris.

A la Terra els organismes metanògens estan molt estesos, tot i que tenen un metabolisme molt especialitzat. Els principals ambients on es produeix metà són aquells on hi han condicions anaeròbies, com poden ser els pantans, zones entollades o el rumen dels animals. S'ha de considerar que no hi ha una exclusivitat envers aquests ambients pel que fa a la producció de metà, ja que el procés també es desenvolupa en llocs que poden ser considerats ambients aerobis (sòl dels boscos o praderies) degut a la formació de microambients anòxics.

2.3.1.1.2 Metà i canvi climàtic

La presència de metà a l'atmosfera és relativament curta ja que té una vida mitjana de 12 anys. La degradació del gas pels radicals OH⁻ de l'atmosfera és molt ràpida, de forma que l'evolució de la concentració atmosfèrica no depèn tant dels fonts, sinó també de la major o menor presència d'aquests radicals a l'atmosfera.

Les concentracions atmosfèriques de metà han variat molt poc en els darrers 10.000 anys (entre 580 i 730 ppm). En canvi, s'han incrementat en un 150% des del 1750, passant d'una concentració a l'era preindustrial d'unes 700 ppm (parts

BLOC 2. Introducció

per milers de milions) a 1774 ppm al 2005, el que va suposar la variació de concentració d'aquest gas més ràpida dels darrers 80.000 anys. L'augment de les concentracions de metà des del període preindustrial ha contribuït a un forçament radiatiu de $+0,48 \pm 0,05 \text{ W m}^{-2}$. Dins del conjunt de gasos d'efecte hivernacle el metà ocupa el segon lloc en magnitud, darrera el forçament del CO_2 .

Un dels efectes secundaris d'aquest gas (segons models sobre transport químic) és la seva repercussió en l'increment de vapor d'aigua estratosfèric degut a la seva oxidació. Segons aquests models això suposa un forçament radiatiu de $+0,07 \pm 0,05 \text{ W m}^{-2}$.

Les molècules de metà, per les seves característiques químiques, tenen un major impacte sobre l'efecte hivernacle que les molècules de CO_2 . La seva contribució a l'efecte hivernacle i, per tant, al canvi climàtic, és 21 vegades superior. De les diferents fonts d'emissió de metà la que correspon a la fermentació entèrica suposa el 36% i la que correspon a l'adob el 26%. Per tant, es pot dir que l'activitat ramadera té una gran importància dins del conjunt d'activitats industrials respecte a les emissions de GEH.

2.3.2 Altres gasos d'efecte hivernacle

2.3.2.1 Diòxid de carboni (CO_2)

Habitualment quan es parla de l'efecte hivernacle o del canvi climàtic, el gas que s'associa a aquest fet és el CO_2 . De fet, molts estudis parlen de tones de CO_2 equivalent per quantificar les emissions o concentracions totals de GEH. Les emissions de diòxid de carboni es generen principalment per la combustió de combustibles fòssils, la producció de ciment i per l'impacte del canvi dels usos del territori. Durant els 8.000 anys previs a la industrialització, la concentració de CO_2 va augmentar tan sols 20 ppm. En canvi, va passar d'un valor preindustrial d'aproximadament 280 ppm, a 379 ppm al 2005. Aquest augment de CO_2 atmosfèric a partir del període preindustrial és el responsable del forçament radiatiu de $+1,66 \pm 0,17 \text{ W m}^{-2}$; una aportació que domina a la resta d'agents de forçament radiatiu.

2.3.2.2 Ozó (O_3)

L'ozó troposfèric és el tercer gas en importància en l'absorció de radiació. La formació d'aquest gas es deu al producte de reaccions químiques d'espècies precursors en l'atmosfera que tenen una gran variabilitat espacial i temporal.

BLOC 2. Introducció

Algunes d'aquestes espècies químiques són els òxids de nitrogen, el metà, el monòxid de carboni i els compostos orgànics volàtils. El forçament radiatiu de l'ozó troposfèric s'estima en $+0,35$ [$+0,25$ a $+0,65$] Wm^{-2} . En relació a l'ozó estratosfèric, a l'actualitat no existeix una tendència a la seva destrucció, però encara es troba un 4% per sota dels valors anteriors al 1980.

2.3.2.3 Òxid nitrós (N_2O)

L'augment de la concentració d'aquest gas és degut, principalment, a activitats antropogèniques com l'agricultura i els canvis en l'ús del sòl. Les concentracions de N_2O han augmentat un 18% des de l'era preindustrial, passant d'una concentració d'unes 270 ppmm en 1750 a 319 ppmm a l'any 2005. Aquest increment provoca un forçament radiatiu de $+0,16 \pm 0,02 \text{ Wm}^{-2}$.

2.3.2.4 Altres gasos

Els gasos del Protocol de Montreal com els clorofluorocarbonis (CFC), així com la concentració de gasos industrials fluorinats del Protocol de Kyoto (hidrofluorocarbonis (HFC), hidrocarburs perfluorats (PFC), hexafluorur de sofre o SF_6), generen un forçament radiatiu de $+0,32 \pm 0,03 \text{ Wm}^{-2}$, i $+0,017 \text{ Wm}^{-2}$, respectivament.

2.3.3 Emissions de metà d'origen natural

- Descomposició de residus orgànics: 30%
- Pantans: 23%
- Extracció de combustibles fòssils: 20%
- Processos en la digestió i defecació dels animals. 17%
- Fonts minoritàries: 10%

2.3.4 Emissions de metà d'origen antropogènic

- Fermentació entèrica: 36 %.
- Adobs: 26 %.
- Abocadors: 22 % .
- Aigües residuals un 5,9 %.
- Mineria del carbó: 2,5 %.
- Petroli i gas natural: 1,7 %.
- Cultiu d'arròs: 0,8 %

BLOC 2. Introducció

2.4 L'impacte de les emissions de metà de la ramaderia a escala global (l'informe Livestock's Long Shadow)

Aquest informe, realitzat per un grup de 6 investigadors per la FAO l'any 2006, situa a la ramaderia com la responsable del 18% de les emissions de gasos d'efecte hivernacle (mesurats en CO₂ equivalent) degut als diferents processos pel desenvolupament de l'activitat ramadera. En aquest projecte es fa referència a aquells aspectes assenyalats a l'informe que fan esment a les emissions del bestiar boví per fermentació entèrica, deixant de banda altres aspectes com la fertilització dels camps o l'emissió per fems, que no es corresponen amb l'objectiu del present estudi.

Globalment, la ramaderia és situada com la principal font antropogènica d'emissions de metà. Aquest sector emet, principalment a través de la fermentació entèrica dels remugants, el 37% de les emissions antropogèniques.

La responsabilitat de les emissions per fermentació entèrica i la seva contribució a l'escalfament global no es pot atribuir per igual a totes les regions del món degut, principalment, a les diferents condicions de desenvolupament socioeconòmic. És a dir, no es pot responsabilitzar als països que més emissions generen per aquest fet sense tenir en compte altres variables, com el consum de carn per càpita que es considera un millor referent a l'hora d'establir la veritable responsabilitat en les emissions. Com a exemple del plantejament anterior, s'ha realitzat una comparació entre les emissions generades pel Brasil i pels EUA. Les dades d'aquest informe sobre el Brasil, situen les emissions en 9,4 milions de tones a l'any 1994 (suposa el 72% del total d'emissions de metà del país) en canvi, les emissions generades als EUA són de 5,05 milions de tones. Això ens duria a pensar que la responsabilitat del Brasil davant d'aquest fet (sobretot si tenim en consideració les tones generades per ciutadà) és molt superior a la dels EUA. Però si es pren en consideració el consum de carn per ciutadà, aquesta situació varia i són els EUA (amb 43,2 kg per habitant i any davant els 37,5 del Brasil) el que es situa per davant. Aquestes taxes de consum es situen encara molt lluny dels 65,3 kg per habitant que es consumeixen a l'Argentina que té la taxa més elevada de consum de carn al món.

Les estimacions d'emissions dels ramats bovins a l'Europa de l'Oest són de 2,19 milions de tones de CH₄ pel bestiar lleter i 2,31 per a la resta del bestiar. La totalitat de les emissions, estimades en 5,7 milions de tones, es situen molt properes a les generades als EUA, tot i que el consum s'allunya molt del d'EUA al situar-se a l'UE en 18 kg per habitant i any.

BLOC 2. Introducció

Altres variables que condicionen i determinen el grau d'emissions de les diferents regions i països són les característiques dels bovins i el tipus i sistema d'alimentació..

Les recomanacions per a la reducció del gas metà es basen en la variació de les dietes, amb una disminució dels aliments farratgers i un augment dels aliments amb menys contingut lignificat. Hi ha d'altres opcions que es plantegen dins d'aquest informe tot i que encara estan per desenvolupar i, per tant, no es poden aplicar, encara que poden ser una opció en un futur proper. Aquestes noves estratègies són:

- reducció de la producció de H_2 per a l'estimulació dels bacteris acetogènics.
- desfaunació (eliminació de certs protozous del rumen)
- i vacunació per reduir la metanogènesi.

BLOC 2. Introducció

2.5. El canvi climàtic a Catalunya

2.5.1 Principals sectors que hi contribueixen al canvi climàtic a Catalunya

A Catalunya les fonts d'emissió es poden dividir en 5 sectors: processat de l'energia, processos industrials, ús de dissolvents i altres productes, agricultura i tractament d'aigües i residus. El sector de processat d'energia és el que més destaca dins del conjunt. L'any 2005 aquesta activitat representava el 75,43% del total d'emissions. Les principals activitats corresponen als processos industrials i al sector del transport. És aquest últim el que representa el major percentatge d'emissions de tota Catalunya (25,36%). Les activitats industrials manufactureres i de la construcció van fer augmentar les quantitats d'emissions degut sobretot al boom immobiliari. Joaquín Nieto et al. (2003) defensa que aquesta activitat va suposar un 54% de l'increment de la demanda, el que va fer que es convertís en la segona font d'emissió amb un 23,43%. Les emissions fugitives dels combustibles representen un 1% del total. El processos industrials que no depenen o no estan relacionats amb les activitat de combustió representen el 10,11% del total. En aquest sector destaquen els productes minerals amb un 7,74%. El percentatge restant fins assolir el total d'aquest sector l'ocupen les d'indústries metal·lúrgiques, químiques i de producció o consum d'halocarburs. Les emissions pel tractament i eliminació de residus van passar de 809.340 tones l'any 1990 a 3 milions de tones l'any 2002 degut, principalment, als abocadors i a les plantes de tractament d'aigües residuals (Nieto, J., et al. 2003). Aquest sector emet el 4,56% de les emissions totals. L'apartat destinat a l'agricultura suposa el 9,46% de les emissions. Les principals fonts o processos que generen emissions són: la gestió dels fems, els sòls agrícoles i la fermentació entèrica amb un 4,66%, 3,03% i 1,66%, respectivament².

2.5.2 Emissions de gasos d'efecte hivernacle a Catalunya

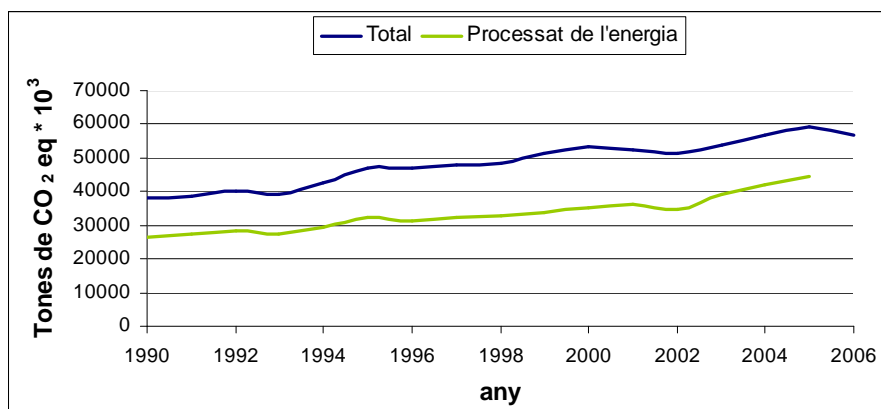
Les emissions de GEH han passat de 38.180.700 tones de CO₂ equivalent l'any 1990 a 59.251.920 l'any 2005, la qual cosa suposa un increment del 46,91%. El sector que va experimentar un major increment és el relacionat amb el processat de l'energia, que va passar de 26.574.060 tones de CO₂ equivalent (1990) a 44.694.890 tones (2005). A la gràfica 2.1 es mostren les corbes d'increment total i del processat de l'energia en el període comprès entre l'any 1900 i 2005. Com es pot veure, el paral·lelisme entre les dues corbes demostra l'alt grau de contribució del sector del processat d'energia a les emissions totals. Pel que fa a la fermentació

² Percentatges calculats a partir de les dades de l'Inventari d'Emissions de Gasos amb Efecte d'Hivernacle a Catalunya 1990-2005. Pla de mitigació del Canvi Climàtic a Catalunya 2008-2012. veure pàgina 31.

BLOC 2. Introducció

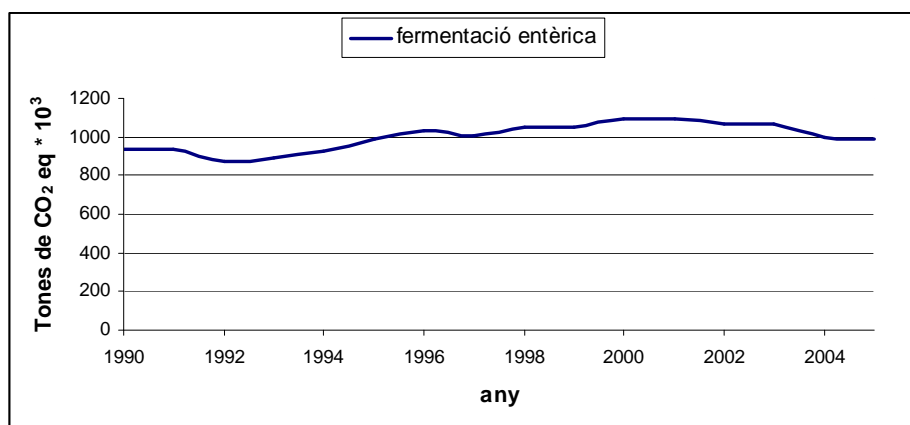
entèrica, les emissions han passat de les 932.450 tones de CO₂ equivalent l'any 1990 a les 984.930 tones l'any 2005. A la gràfica 2.2 es mostra l'evolució de les emissions per fermentació entèrica durant aquest període.

Gràfica 2.1. Evolució de les emissions totals i del sector del processat d'energia



Font: MARM. Elaboració pròpia

Gràfica 2.2. Evolució de les emissions per fermentació entèrica



Font: MARM. Elaboració pròpia

La taula 2.4 mostra la quantitat d'emissions generades a Catalunya en tones de CO₂ equivalent durant el període 1990-2005. L'apartat que correspon a emissions per fermentació entèrica s'ha ressaltat d'un altre color degut a l'interès que té pel present projecte. Per facilitar la comparació amb els resultats finals del projecte, a la Taula 2.3 es mostra el resultat en tones de metà.

Taula 2.3. Evolució de les emissions de metà per fermentació entèrica

Any	1.990	1.991	1.992	1.993	1.994	1.995	1.996	1.997
Tones de metà	44.402	44.349	41.720	42.479	44.106	47.226	49.230	48.008
Any	1.998	1.999	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005
Tones de metà	50.081	50.151	51.942	52.060	50.872	50.702	47.333	46.901

Font: Gencat. Elaboració pròpia

BLOC 2. Introducció

Taula 2.4. Inventari d'emissions de GEH Catalunya 1990-2005 (Tones de CO₂ equivalent)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1. Processat de l'energia	26.574.060	27.281.950	28.372.510	27.224.270	29.350.660	32.383.020	31.256.200	32.329.030	32.696.630	33.933.620	35.118.350	36.401.950	37.639.540	39.381.400	42.311.970	44.694.890
A. Activitats de combustió	26.177.440	26.883.280	27.969.570	26.823.390	28.850.020	31.846.620	30.718.160	31.615.430	31.939.030	33.444.130	34.558.240	35.787.760	36.958.110	38.970.000	41.794.780	44.051.900
1. <i>Indústries del sector energètic</i>	3.979.440	3.792.880	4.294.920	3.471.600	3.541.400	3.998.210	4.366.130	4.733.740	4.498.930	5.117.330	5.128.460	5.115.700	6.123.950	6.168.190	7.868.750	9.366.050
2. <i>Indústries manufactureres i de la construcció</i>	8.377.290	8.387.640	8.057.000	8.166.580	9.535.240	10.913.940	9.486.160	10.526.230	10.477.860	10.836.890	11.361.680	11.937.090	12.193.170	13.293.420	13.643.320	13.884.460
3. <i>Transport</i>	10.386.970	10.633.500	11.350.330	10.846.910	11.800.590	11.908.890	12.229.960	11.762.030	12.643.320	13.024.520	13.238.160	13.658.110	13.680.690	14.386.050	14.790.290	15.029.790
4. <i>Altres sectors</i>	3.433.750	4.069.260	4.267.320	4.343.300	3.972.790	5.025.580	4.635.910	4.593.430	4.317.920	4.465.390	4.829.940	5.076.860	4.970.300	5.120.340	5.492.420	5.771.590
B. Emissions fugitives dels combustibles	395.980	398.670	402.940	400.880	500.640	536.400	538.040	713.600	757.600	489.490	560.110	614.190	681.430	411.400	517.190	642.990
1. <i>Combustibles sòlids</i>	71.160	70.220	68.320	74.190	81.960	88.030	99.260	110.230	87.700	70.650	70.220	56.010	58.660	40.530	42.080	53.890
2. <i>Petrol i gas natural</i>	325.820	328.450	334.620	326.690	418.680	448.370	438.780	603.370	669.900	418.840	489.890	555.190	622.770	370.870	475.110	589.100
2. Processos industrials	5.019.620	4.862.090	528.090	4.656.220	6.382.510	7.472.030	7.860.340	8.078.680	7.875.070	9.179.320	9.706.000	7.219.700	5.191.380	5.999.180	5.825.250	5.988.460
A. Productes Minerals	3.320.230	3.018.100	2.497.920	2.593.070	3.245.710	3.633.820	3.762.970	3.753.620	4.072.630	4.168.650	4.266.070	4.414.010	4.469.920	4.449.230	4.517.530	4.587.360
B. Indústria química	80.810	84.560	85.560	61.210	59.630	63.730	41.020	68.490	52.860	70.690	80.570	73.980	94.030	84.950	86.560	89.430
C. Producció metal·lúrgica	25.920	25.980	25.870	28.070	28.950	31.720	34.040	38.350	39.870	54.810	62.760	673.210	65.270	51.750	89.700	153.120
D. Producció d'halocarburs i SF6	1.579.500	1.719.900	2.655.900	2.258.100	3.030.300	3.720.600	3.980.090	4.144.430	3.473.060	4.657.060	4.978.580	2.265.980	89.390	817.320	401.820	344.730
E. Consum d'halocarburs i SF6	13.170	14.250	14.850	15.760	17.920	22.170	41.420	73.800	136.620	227.520	318.020	398.430	472.770	595.920	729.650	813.810
3. Ús de dissolvents i altres productes	245.710	245.780	239.050	219.030	224.310	226.490	242.160	258.020	275.150	200.730	285.780	274.550	283.780	278.680	269.990	264.810
4. Agricultura	5.041.710	4.959.830	4.924.130	4.987.180	5.110.950	5.283.920	5.587.440	5.424.550	5.538.940	5.703.980	5.940.960	5.983.150	5.807.150	5.868.840	5.701.000	5.603.660
A. Fermentació entèrica	932.450	931.320	876.120	892.060	926.230	991.750	1.033.820	1.008.160	1.051.700	1.053.180	1.090.780	1.093.260	1.068.320	1.064.740	994.000	984.930
B. Gestió dels fems	2.188.970	2.139.410	2.181.530	2.261.040	2.278.500	2.361.750	2.477.170	2.426.700	2.538.980	2.664.730	2.809.440	2.864.830	2.791.710	281.459	2.797.870	2.766.360
C. Cultiu d'arròs	50.450	51.690	56.760	54.170	51.690	59.760	54.420	54.290	54.780	54.420	53.410	53.450	53.770	54.090	54.090	54.090
D. Sòls agrícoles	1.855.350	1.815.890	1.795.970	1.765.790	1.842.870	1.812.000	2.008.280	1.923.060	188.320	192.030	1.983.400	1.981.600	1.893.360	1.935.430	1.855.030	1.798.280
E. Crema al camp de residus agrícoles	14.500	2.720	13.750	13.120	11.850	11.580	13.750	14.340	13.170	1.160	3.920	0	0	0	0	0
5. Tractaments i eliminació de residus	1.299.600	1.373.398	1.469.770	1.586.300	1.662.179	1.756.940	1.857.730	1.936.100	1.964.090	2.080.410	2.180.520	2.289.610	2.399.200	2.496.350	2.586.860	2.700.100
A. Dipòsit en abocadors	743.960	787.370	844.660	902.630	963.770	1.026.260	1.095.730	1.163.120	1.228.070	1.305.590	1.380.120	1.452.990	1.519.840	1.581.050	1.629.130	1704650
B. Tractament d'aigües residuals	371.740	375.470	386.100	398.710	422.180	440.310	463.250	503.600	536.260	568.870	600.640	635.230	677.460	715.020	756.160	793760
C. Incineració de residus	14.090	13.500	14.720	13.430	14.990	17.550	17.070	15.360	16.630	17.320	16.280	16.360	16.860	13.510	13.510	13550
D. Altres	169.800	197.050	224.290	251.530	261.230	270.930	281.670	254.020	183.130	188.620	183.490	185.040	185.040	186.760	188.060	188140
TOTAL	38.180.700	38.723.048	35.533.550	38.673.000	42.730.609	47.122.400	46.803.870	48.026.380	48.349.880	51.098.060	53.231.610	52.168.960	51.321.050	54.024.450	56.695.070	59.251.920

Font: Document "Pla Marc de mitigació del canvi climàtic a Catalunya 2008-2010" Generalitat de Catalunya. Elaboració pròpia.

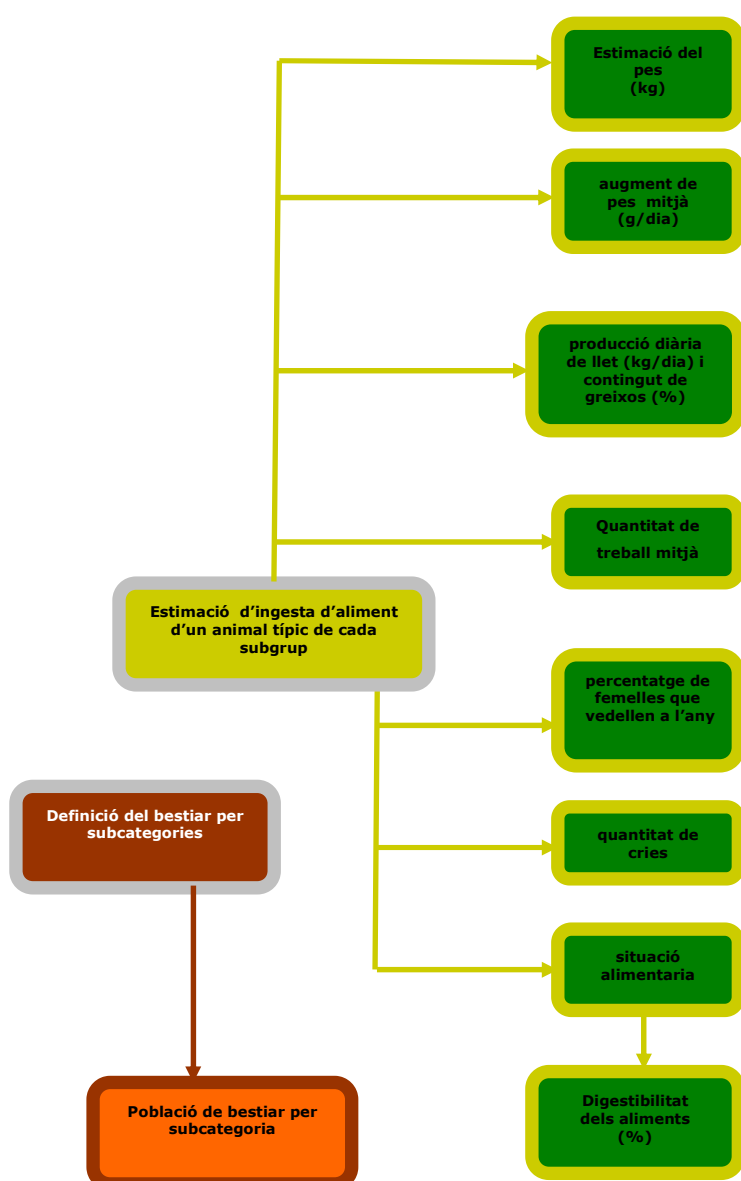
3. ANÀLISI

3. Càlcul de les emissions de metà de la ramaderia bovina a Catalunya.

A continuació es mostren els diagrames amb totes les relacions dels diferents conceptes i separats per fases d'elaboració.

Fase 1. Determinació del nombre d'animals, definició per subcategories i recerca de dades sobre el comportament i la dieta per determinar la ingesta alimentària.

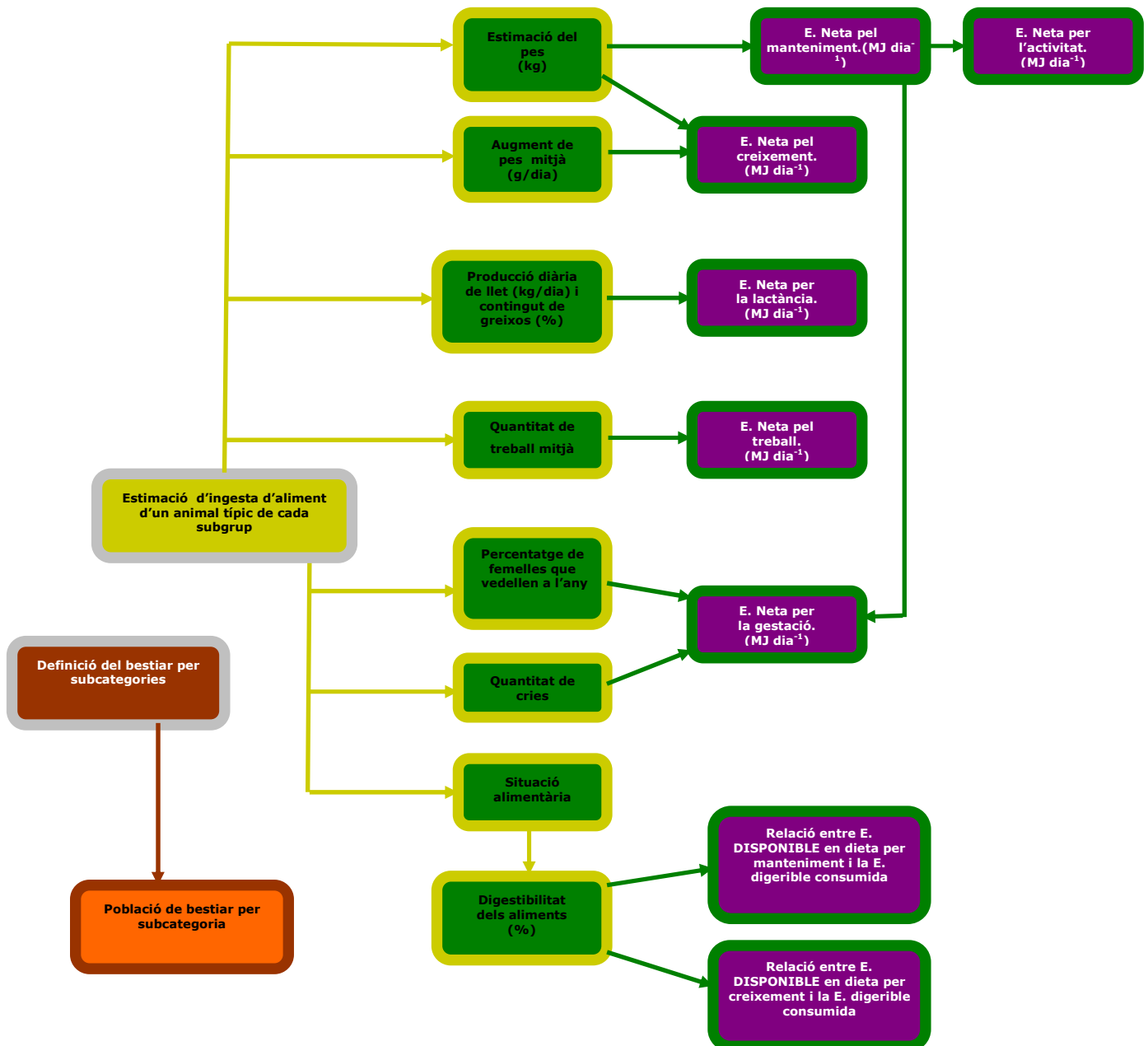
Figura 2.10. Diagrama de la primera fase d'estimació de dades



BLOC 3. Anàlisi

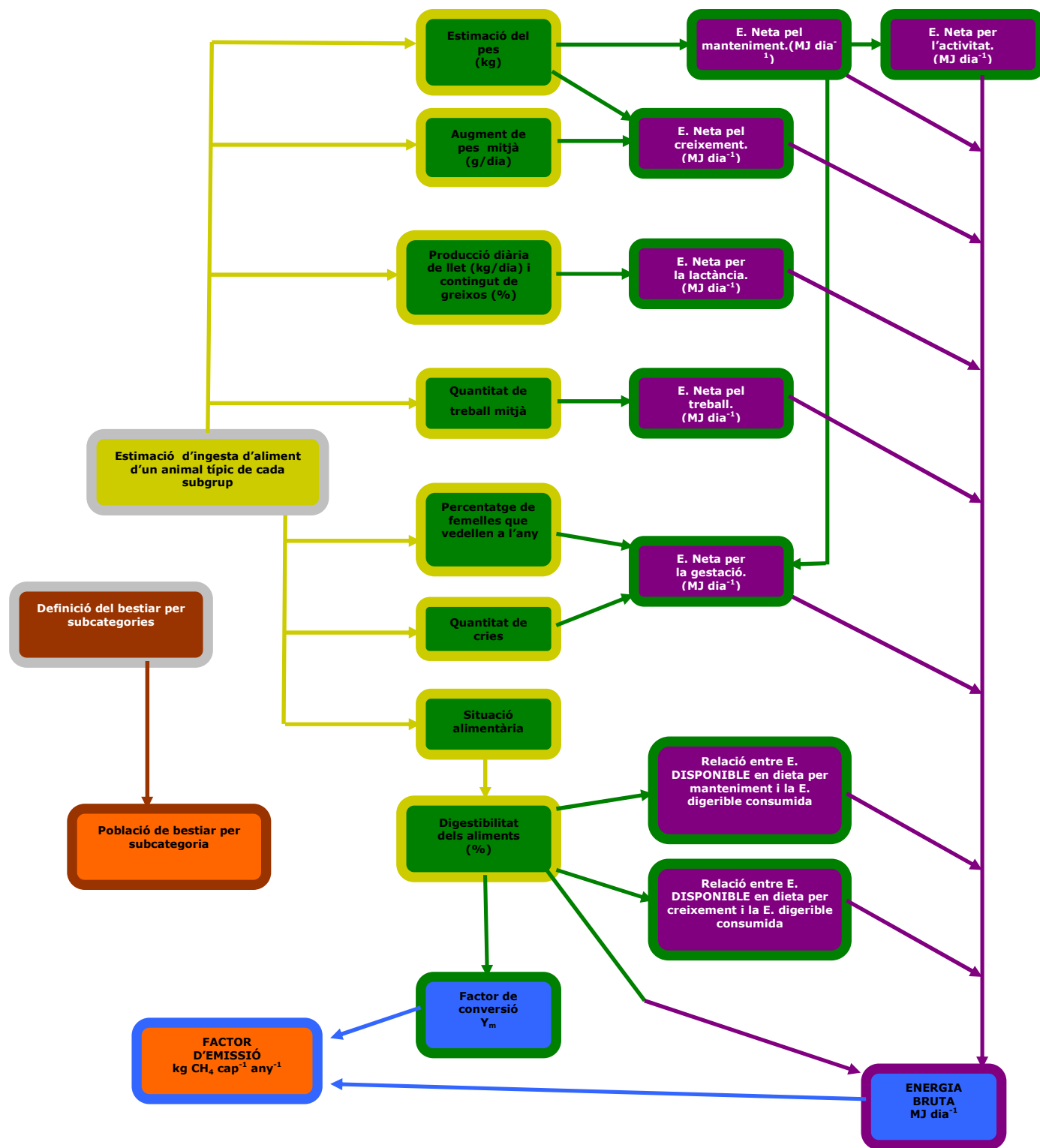
Fase 2. Estimació dels diferents requeriments energètics a partir del comportament i la dieta del animals.

Figura 2.11. Diagrama de la segona fase d'estimació de dades



Fase 3. Estimació de l'energia bruta, factor de conversió i factor d'emissió

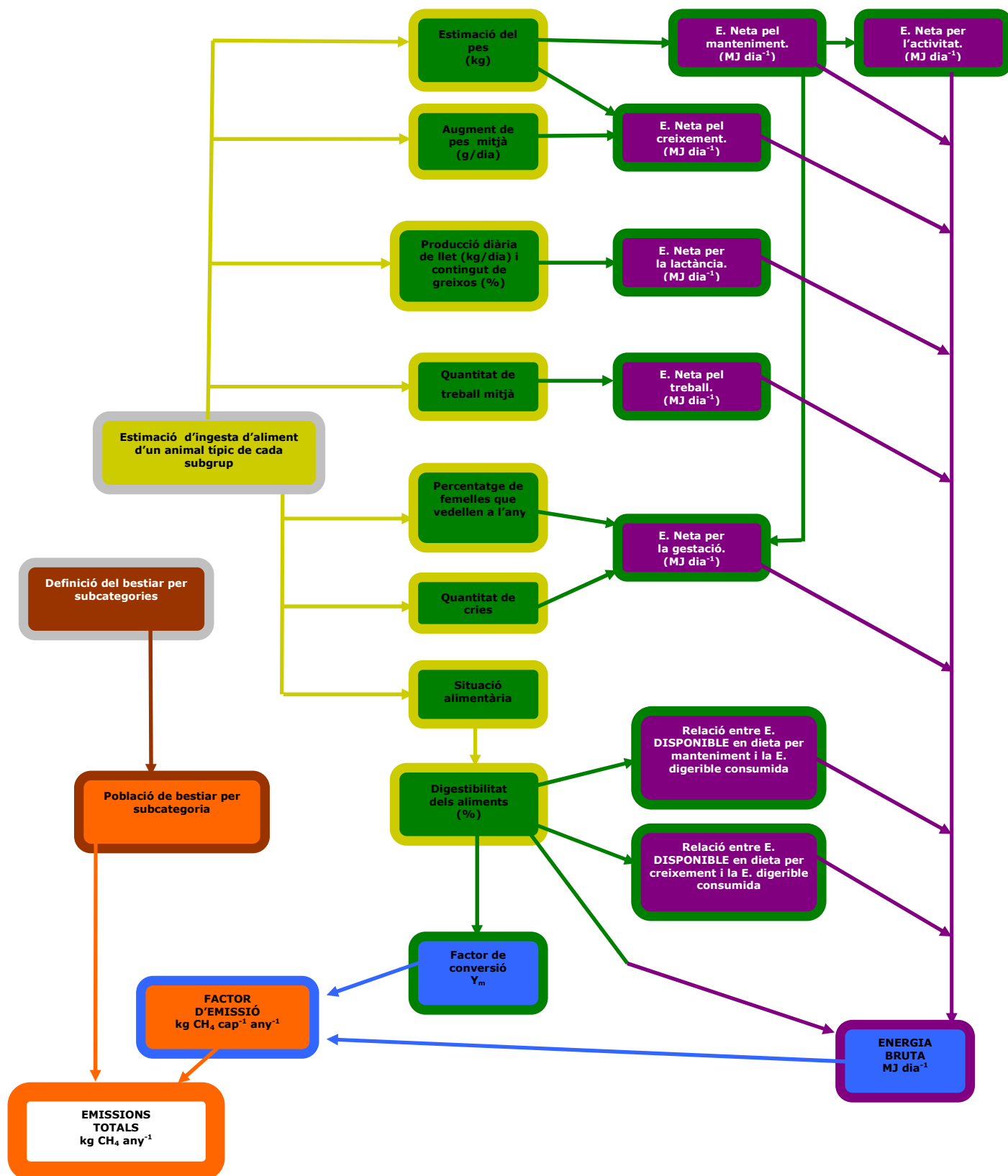
Figura 2.12. Diagrama de la tercera fase d'estimació de dades



BLOC 3. Anàlisi

Fase 4. Estimació de les emissions de metà

Figura 2.13. Diagrama de la quarta fase d'estimació de dades



3.1 Metodologia

Els càlculs per a la realització d'aquest inventari s'han fet a partir de la metodologia establerta a l'IPCC denominada "Directrius de l'IPCC del 2006 pels inventaris nacionals de gasos d'efecte hivernacle". Per a la realització d'aquest projecte s'ha optat per utilitzar un nivell d'estudi categoritzat a l'informe com "Nivell 2. Caracterització millorada per poblacions de ramats". Les dades necessàries per aquest nivell són:

- Definició del ramat per subcategories.
- Població de ramat per subcategoria, tenint en compte l'estimació de la població anual segons nivell 1.
- L'estimació d'ingesta d'aliment d'un animal típic de cada subgrup.

Una vegada realitzada la recerca de dades es calcula, mitjançant les equacions de l'informe de l'IPCC, l'energia bruta (GE). Finalment, s'aplica el factor de conversió Y_m , que ens permetrà determinar les emissions per cap de boví.

3.1.1 Definicions i població per subcategoria de ramats

En base a la recomanació de l'informe i a la disponibilitat de dades a partir del MARM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino), aquestes subcategories i poblacions han quedats definides tal i com es mostra a la taula 3.1.

Taula 3.1. Subcategories i població del ramat boví a Catalunya

Animals menors de 12 mesos				Animals de 12 a 24 mesos			
Destinats a sacrifici	Comprats a sacrifici	Altres		Mascles	Femelles per		
		Mascles	Femelles		Sacrifici	Reposició	
155482	256643	212	24426	2085	1951	27846	
Animals de 2 o més anys							
Mascles	Femelles						
	Jònegues				Vaques		
	Per Sacrifici	De munyir		De no munyir	De munyir		De no munyir
		Frisona	Altres races		Frisona	Altres	
	3459	792	8486	866	6258	71571	7320

Font: MARM. Elaboració: pròpia

S'ha de destacar que en aquestes dades, les bovines de raça Frisona tenen una subcategoria a part. Per a la realització dels càlculs s'han integrat dins dels

BLOC 3. Anàlisi

mateixos paràmetres aquelles races que, per les seves característiques, poden ser assimilables a aquesta raça.

A part de les dades del MARM s'han utilitzat les dades de l'Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT). Això ha estat així perquè les dades del MARM, malgrat presenten una major quantitat de subcategories, donen el resultat categoritzat per províncies, mentre que les dades de l'IDESCAT presenten menys categories però mostren el resultat per comarques. Ha estat, per tant, necessari realitzar una extrapolació de les dades per incrementar el nombre de variables, el que ha permès un resultat més aproximat a la realitat. A l'apartat "4.2 Resultats" es troba la taula resultant de la conjugació de les diferents variables. S'ha optat per mostrar-ho en aquest apartat per facilitar la consulta dels resultats generals. També s'ha afegit una nova subcategoria (comprats per a sacrifici) per diferenciar entre els animals nascuts a Catalunya i els que vénen de fora per al seu engreix. En aquesta subcategoria es comptabilitzaran només les emissions generades al territori català. Tenint en compte que són importats d'altres territoris amb una edat d'entre 4 i 5 mesos, el resultat de les emissions es multiplicarà per 0,60.

3.1.2. Estimació d'ingesta d'aliment d'un animal típic de cada subgrup (MJ dia⁻¹)

Les estimacions d'emissions de Nivell 2 requereixen dades sobre la ingesta d'aliments per animal representatiu de cada subcategoria. Habitualment, la ingesta d'aliments es mesura en termes d'energia bruta (MJ dia⁻¹) (IPCC, 2006).

Les estimacions per la ingesta d'aliments de cada subcategoria suposa recopilar dades molt específiques de cada explotació ramadera, sobre el tipus i quantitat d'aliments que ingereixen els animals. Aquest procediment comporta l'anàlisi individual de cada explotació ramadera, el que suposa un estudi més ample sobre la qüestió de l'alimentació, estudi que, tot i tenir la seva importància per al desenvolupament del present projecte, no n'és l'eix central.

Dins de la metodologia de l'IPCC es realitza aquest càlcul en base al comportament i les dietes generals de cada subcategoria. A la recerca de dades s'han trobat diferents graus de dificultat. Per exemple, en el cas de l'augment de pes mitjà diari es troben diferents fonts que presenten una elevada variabilitat en quant els resultats. En el cas de la digestibilitat, els percentatges aplicats, segons l'IPCC, són molt generals i s'ha optat per utilitzar diferents estudis amb la finalitat de determinar aquesta variable amb el major grau d'exactitud possible.

L'estimació de la ingesta d'aliments varia entre animals que es troben en sistemes d'explotació extensiva i intensiva. Per aquest motiu, i amb l'objectiu d'incrementar la fiabilitat del resultat, els càlculs per determinar aquesta ingesta s'han fet per separat.

Les dades necessàries per a aquesta metodologia són:

- el pes
- augment del pes mitjà
- situació alimentària
- producció diària de llet (kg/dia) i contingut de greixos (%)
- quantitat de treball mitjà
- percentatge de femelles que vedellen a l'any
- quantitat de cries
- digestibilitat dels aliments

Aquestes dades s'utilitzen per fer el càlcul de l'energia bruta (MJ/dia) que necessita l'animal pel seu manteniment i per les activitats com el creixement, la lactància i la gestació.

3.1.2.1 Estimació del pes

Els pes de l'animal ve determinat per factors com la raça, el sexe, el genotip i l'alimentació. A Catalunya la cabanya ramadera està formada principalment per les races Frisona, Bruna dels Pirineus i Pirenaica, tot i que també es troben animals d'altres races com l'Alberesa, Pallaresa, limusina etc. Com mostra d'aquesta elevada variabilitat de races, s'ha posat com a exemple la composició de ramats per races de la comarca de la Garrotxa que, tot i que no representen el conjunt de Catalunya, pot il·lustrar aquesta variabilitat: Frisona 44.18%; creuat 33.52%; Limusina 6.42%; Pirenaica 5.51%; Bruna 2.05%; altres 10.37% (Departament d'Agricultura i Ramaderia, Garrotxa).

El desenvolupament dels animals varia entre una raça i una altra. Els bovins de raça Frisona presenten un desenvolupament més precoç que els de la raça Bruna dels Pirineus, considerada de precocitat mitjana, o el de la Pirenaica, que es situa dins de les races tardanes (Xavier Serra, 2001).

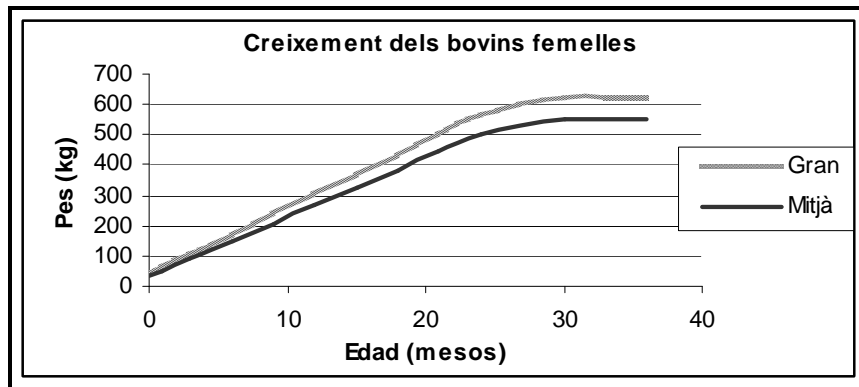
Degut a la dificultat per determinar el pes de cada raça, al no ser viable realitzar mesures de tots els animals, s'ha optat per utilitzar les dades d'Infocarn per les

BLOC 3. Anàlisi

femelles degut a que, a la recerca de dades, s'ha trobat una gran variabilitat en funció de l'estudi.

Per a la realització d'aquest projecte, s'ha dividit el ramat en funció de la grandària de la raça, considerant l'espècie Frisona i assimilables (creuades, limusina, Bruna, etc) com a gran i la Pirenaica com a mitjana. A la gràfica 3.1 es mostra la diferència en l'augment del pes en funció de la grandària.

Gràfica 3.1. Augment de pes en funció de l'edat



Font: INFOCARNE. Elaboració pròpia

Altra consideració per establir el pes ha estat tenir en compte l'edat del sacrifici. Això s'ha fet així perquè si es considera el pes per fer els càlculs en anys complets, els valors per calcular les emissions s'incrementarien en més d'un 50%. En el cas dels animals que es situen dins de la subcategoria de sacrificats, aquesta desviació hi seria encara més gran. Per a la determinació dels diferents pesos de les diferents subcategories s'ha realitzat el següent raonament en funció de les dades dels diferents informes.

En el cas dels animals menors de 12 mesos, l'edat per a determinar el pes es basa en l'informe SPTE (Sanitat i producció de la vedella d'engreix) que classifica les vedelles d'aquesta subcategoria en:

Vedella blanca: animals que es sacrifiquen als 4 mesos d'edat amb un pes aproximat de 200 kg. Aquesta categoria no s'ha tingut en consideració degut a que la producció de vedella blanca a Catalunya és molt escassa.

Vedells sacrificats al deslletament: Es sacrifiquen entre el 5 i els 8 mesos de vida amb un pes d'entre 250-300 kg. Aquests vedells suposen el 15% dels animals d'aquesta subcategoria.

Vedells d'engreix en semi-intensiu: representen el 10% dels vedells sacrificats. Són animals alimentats en zones humides on hi ha una gran quantitat de farratge amb una complementació de concentrats.

Vedells d'engreix intensiu (vedella rosada): aquests animals es sacrifiquen entre els 8 i els 10 mesos d'edat amb uns 400 kg de pes viu i corresponen, normalment, a vedells d'explotacions de llet, Frisons purs o encreuats. Els vedells destinats per a la vedella rosada representen el 50% dels animals sacrificats.

Vedells anolls: correspon a animals de races càrniques nacionals o d'importació que es sacrifiquen a l'any d'edat, amb un pes viu de 500 kg i que representen un 25% dels animals sacrificats. Dins d'aquesta categoria podrien trobar animals de la raça Bruna i Pirenaica que presenten un pes al sacrifici de 541,3 kg i 551,6 kg, respectivament, segons l'estudi de Xavier Serra (2001) sobre la raça Bruna dels Pirineus.

L'edat del sacrifici varia entre els 6 i 8 mesos d'edat per a les vedelles sacrificades al deslletament, entre els 8 i 10 mesos per a la vedella rosada i l'any pels vedells anolls. Per fer els càlculs del pes per a cada subcategoria s'han pres en consideració els diferents percentatges dels vedells a l'hora dels sacrifici i la meitat de l'edat. Així, els percentatges i l'edat es reparteixen entre el 25% pels anolls i 6 mesos d'edat, 60% per a la vedella rosada (engreix semi-intensiu i intensiu) i 5 mesos d'edat i, el 15% restant, per als vedells sacrificats al deslletament i els 4 mesos d'edat.

A la subcategoria d'animals de 12 a 24 mesos, per fer la mitjana s'han pres els 18 mesos, pels càlculs dels mascles i de les femelles per a reproducció, i els 15 mesos pels animals destinats al sacrifici.

A la subcategoria d'animals de 2 o més anys hi ha 8 variables, tot i que algunes donen el mateix valor. Pel pes dels mascles d'aquesta subcategoria s'ha pres el que correspon amb l'edat adulta determinat al llibre sobre races bovines espanyoles de Sánchez Belda, A. (1981) ja que, a la resta de variables, no es contempla el sacrifici d'animals mascles.

En el cas de les femelles, hi ha una primera separació de variables entre jònegues i vaques. Pel que fa a les jònegues destinades a sacrifici es situa l'edat del sacrifici

BLOC 3. Anàlisi

als 24 mesos. Les jònegues destinats a munyir es separen entre els que pertanyen a la raça Frisona i altres.

Les vaques presenten un pes molt aproximat, entre les diferents races es troben variacions d'entre 50 i 100 kg. Les vaques de raça Frisona tenen un pes de 650 Kg pels 700 kg de la Limusina o els 600 de la Pirenaica. Per determinar els pes de la subcategoria "altres" de vaques en munyir i de vaques "per no munyir" s'ha considerat que prop del 50% dels animals d'aquesta categoria pertanyen a la raça Bruna dels Pirineus. (30.000 caps segons estudi de Piedrafita)

Taula 3.2. Pes dels animals en funció de l'edat i l'ús

Animals menors de 12 mesos			Animals de 12 a 24 mesos		
Destinats a sacrifici	Altres		Mascles	Femelles per	
	Mascles	Femelles		Sacrifici	Reposició
190	210	173	590	368	434

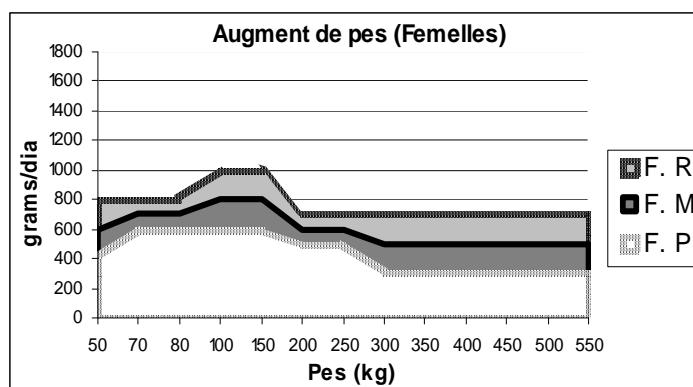
Animals de 2 o més anys						
Mascles	Femelles					
	Jònegues			Vaques		
	Per Sacrifici	Per munyir		Per no munyir	De munyir	
		Frisones	Altres races		Frisones	Altres
	549	554	549	549	620	590
950						590

Font: Infocarn. Elaboració: pròpia

3.1.2.2 Augment de pes mitjà per dia

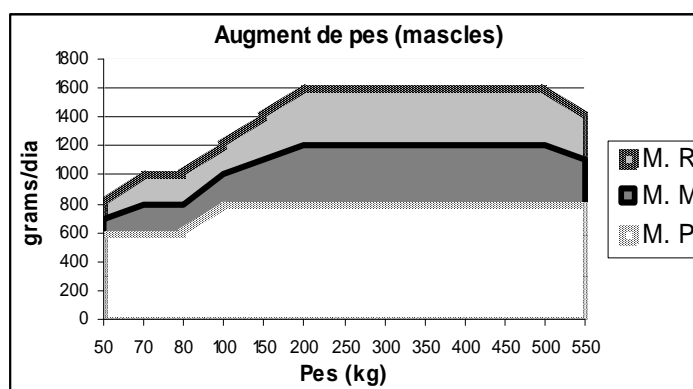
La velocitat de creixement o augment del pes mitjà hi està molt relacionada amb l'espècie i el pes de l'animal. Dins d'una mateixa espècie hi ha una elevada variabilitat pel que fa als valors de velocitat de creixement, com es pot observar a les gràfiques 3.2 i 3.3. A aquestes gràfiques, realitzades a partir de les dades del llibre "Alimentació pràctica dels bovins" de l'Institut Nacional d'Investigacions Agronòmiques de França (INRA, 1984), es mostra l'elevat marge en la velocitat de creixement per bovins precoços de tipus lleter com poden ser els animals de raça Frisona.

Gràfica 3.2. Augment de pes de les femelles



Font: INRA. Elaboració pròpia R = ràpid; M = mitjà i; P = petit

Gràfica 3.3. Augment de pes mascles



Font: INRA. Elaboració pròpia R = ràpid; M = mitjà i; P = petit

El marge de variació per a animals del mateix sexe i raça és força ample. Aquesta diferència pot arribar fins als 800 grams/dia pels mascles, quan l'animal pesa entre 200 kg i 500 kg. En relació a les femelles, no hi ha un marge tan ample de variació en el creixement, situant-se la diferència en els 400 grams/dia quan l'animal pesa entre els 100 kg i els 150 kg i quan passa dels 300 kg.

La variació en funció del sexe també és força significativa, ja que davant l'augment màxim de les femelles que es situa en 1000 grams/dia, els mascles poden arribar a un màxim de 1600 grams/dia. A l'altra banda, a la franja dels mínims, les velocitats poden ser de 600 grams/dia per als mascles i 300 grams/dia per a les femelles.

S'ha optat per utilitzar les dades corresponents a la mitjana per a cada espècie degut a l'elevada dificultat per obtenir unes dades més exactes al no trobar-se fonts bibliogràfiques adients. S'han utilitzat les dades corresponents a animals precoços per determinar la velocitat de creixement de les races Frisona i

BLOC 3. Anàlisi

assimilables. Pel que fa a l'espècie Pirenaica i assimilables s'han utilitzat les dades de precocitat mitjana.

3.1.2.3 Situació alimentària

Els sistemes d'explotació de la ramaderia poden adoptar dues grans modalitats: el sistema intensiu i l'extensiu. Aquests dos sistemes són molt diferents entre si en quant al sistema d'alimentació, el maneig i el tipus d'aliment. Presenten unes necessitats diferents dels factors productius (com la quantitat de terreny, la inversió econòmica i els treballadors) pel desenvolupament de l'activitat, el que reverteix en els rendiments que es deriven de l'explotació dels animals.

De totes maneres aquestes sistemes no representen amb exactitud tots els sistemes d'explotació degut a la varietat de combinacions que, de fet, es donen a la pràctica. Això provoca que moltes vegades sigui difícil assignar una explotació en un sistema o l'altre. Segons Sotillo i Vigil (1978), es pot establir una certa seqüència entre els diversos sistemes:

- Pasturatge
- EXPLOTACIÓ EXTENSIVA
- Explotació semi-extensiva
- Explotació semi-intensiva
- EXPLOTACIÓ INTENSIVA
- Explotació ultra-intensiva

Aquesta seqüència mostra l'evolució que s'ha realitzat en els sistemes d'explotació al llarg del temps. El pasturatge, que és el sistema més antic d'explotació de la ramaderia, ha passat per diferents etapes fins a arribar a l'explotació ultra-intensiva. Aquesta variació és producte dels avenços tecnològics i del consegüent augment del grau de mecanització. No obstant això, també s'han de tenir en compte altres factors com els climatològics, tipus de sòl, costums, cultura... que poden limitar o estimular, amb independència del nivell tecnològic, la utilització d'un sistema o d'un altre.

3.1.2.3.1 Sistema extensiu

Degut al fet que s'utilitzen grans extensions de terreny, habitualment es relaciona com si fossin sinònims ramaderia extensiva i pasturatge, però hi ha una diferència fonamental que és la productivitat animal assolida. Espejo Marín, C. (1996) resumeix la definició de ramaderia extensiva, en base a les característiques proposades per G. Aparicio Sánchez (1961), com *aquella que manté animals d'*

escassa productivitat, rústics i no seleccionats per a una única aptitud, en un mitjà desfavorable pel cultiu agrícola rentable i del que depèn en gran part per la seva alimentació, amb unes exigències mínimes de capital i mà especialitzada.

Els avantatges i inconvenients d'aquest sistema van ser tractats per Sotillo i Vigil (1978) i s'esmenten a continuació:

Avantatges:

- Aprofitament dels recursos naturals, d'altra forma improductius.
- Possibilitat d'explotar races autòctones.
- Mínima inversió de capital.
- Alta rendibilitat en relació al capital invertit.

Inconvenients:

- Estacionalitat de les produccions.
- Falta de tipificació dels productes.
- Problemes de salut e higiene.
- Excessiva duració dels cicles productius.
- Dificultat per trobar mà d'obra.
- Heterogeneïtat de l'estructura del ramat.

3.1.2.3.2 Sistema intensiu

Aquest sistema suposa una explotació de l'animal altament tecnificada, situant al ramat en les condicions més favorables per assolir l'objectiu d'obtenció del màxim rendiment. Espejo Marín, C. (1996) resumeix la definició de ramaderia extensiva, en base a les característiques plantejades per G. Aparicio Sánchez (1961), com *aquella que, abordada amb un criteri empresarial, es caracteritza per un control complet sobre els animals seleccionats per una determinada aptitud, aportant els mitjans necessaris (alimentació, mà d'obra, instal·lacions, etc) per possibilitar la maximització de les produccions.*

De la mateixa forma que s'ha fet en el cas del sistema extensiu es reflecteixen els avantatges i inconvenients tractats per Sotillo i Vigil (1978).

Avantatges:

- Obtenció d'elevats rendiments unitaris.
- Independència de l'animal respecte a les condicions climàtiques.
- Uniformitat de les produccions.
- Reducció dels cicles reproductius.

BLOC 3. Anàlisi

- Oferta dels productes en els moments més idonis.
- Menys precarietat per a la mà d'obra.

Inconvenients:

- Elevat cost dels terrenys.
- Cost elevat de la urbanització.
- Elevat preu dels animals reproductors.
- Elevat cost d'alimentació.

3.1.2.3.3 Classificació de les situacions alimentàries a Catalunya segons l'IPCC .

Com ja s'ha plantejat als apartats anteriors, les situacions alimentàries poden ser diverses però, normalment, quan es parla del tipus d'explotació, fem referència només als sistemes extensius i intensius.

Per a la realització dels càlculs, la metodologia establerta a l'IPCC assenyala tres possibles sistemes d'alimentació que es poden vincular a les dos grans categories. Aquests sistemes són:

- compartiment: correspon a animals confinats en petites superfícies (és a dir, amarrats, en estables, etc) gasten de molt poca a cap energia.
- pastura: els animals estan confinats en àrees amb suficient farratge i, per tant, tenen una despesa energètica escassa.
- grans superfícies de pastura: els animals es troben a cap obert o en terrenys accidentats i gasten una quantitat significativa d'energia.

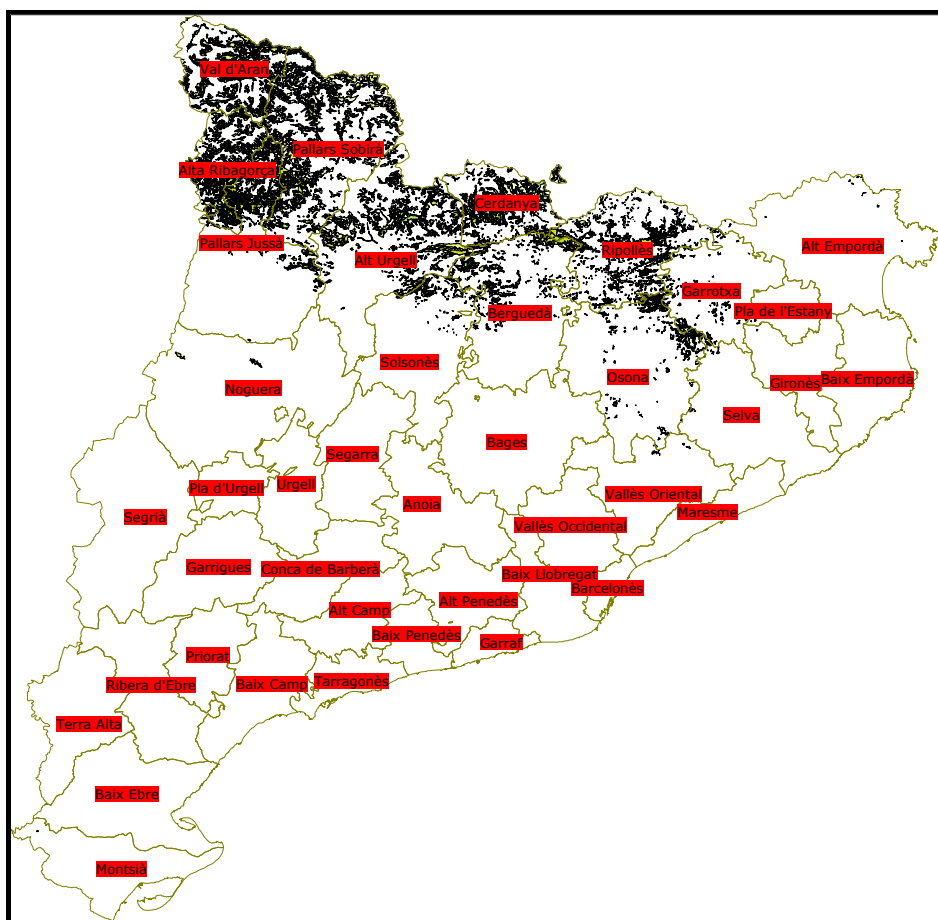
Les classificacions de l'IPCC no es corresponen amb la denominació habitual dels sistemes alimentaris. Per a la realització dels càlculs, s'han assignat als sistemes d'explotació intensiva els valors corresponents a la categoria de compartiment. Per al sistema extensiu, s'han assignat els valors de la categoria de pastura. En aquest apartat s'ha obviat la categoria de grans superfícies de pastures pel càlcul general degut a que, dins del nostre territori, no es troben o ho fan en petites quantitats activitats ramaderes d'aquesta categoria. L'assignació de les categories a les explotacions ramaderes s'ha fet per comarques i per predomini d'un sistema d'explotació envers l'altre. En la figura 3.1 es pot veure com queda distribuïda la població del ramat boví per comarques a Catalunya en funció de les característiques

dels sistemes alimentaris. Les zones fosques corresponen a zones on hi han prats de diferents tipus de pastures per a l'alimentació del ramat.

Per a la determinació d'atribuir un tipus de sistema o un altre s'ha tingut en compte l'estudi sobre la Bruna del Pirineus (Piedrafita) i la distribució dels principals prats amb espècies vàlides per a l'alimentació dels ramat boví a Catalunya (hàbitats CORINE). A les comarques que presenten un elevat percentatge de prats es considerarà que el sistema principal d'explotació és l'extensiu. A la resta de comarques es considera com a sistema l'intensiu.

Els animals de la subcategoria "comprats per a sacrifici", s'han considerat dins dels sistema intensiu. Això s'ha fet així perquè la importació del ramat per a sacrifici es destina habitualment a granges d'engreix. En aquest mateix sentit, les jònegues i vaques per a munyir també s'han considerat com a sistema intensiu ja que la seva presència al sistema extensiu és molt reduïda.

Figura 3.1. Distribució per comarques de la situació alimentària a Catalunya



Font: Hàbitats Corine. Generalitat de Catalunya. Elaboració pròpia

BLOC 3. Anàlisi

3.1.2.4 Estimació de la producció diària de llet i contingut de greixos.

La producció de llet i les característiques d'aquesta depenen de la raça, de les característiques de cada individu i de l'etapa de lactància. A Catalunya l'espècie més utilitzada en l'activitat ramadera per a la producció de llet és la raça Frisona. Aquesta raça va desplaçar la resta de races bovines, que van quedar relegades a altres funcions com és l'engreix pel consum de carn. Segons les dades del MARM, del total de vaques destinades a munyir a Catalunya, el 96,15 % pertanyen a la raça Frisona. Això mostra l'elevada implantació respecte a la resta de races.

Les dades de producció lletera utilitzades i el contingut de greix s'han extret de la Federació d'Associacions de criadors de raça Frisona de Catalunya (FEFRIC). Degut a l'interès corporatiu que pot tenir FEFRIC, aquestes dades s'han comparat amb les de Sánchez Belda (1984). El resultat presenta certa variació ja que la mitjana calculada per aquest autor és de 17.31 kg dia⁻¹ respecte als 25.4 kg dia⁻¹ de FEFRIC. En el llibre de Broster W.H. (1983) la previsió sobre la producció de llet degut a la millora de les races és de 6.000 kg any⁻¹, per vaca, amb 305 dies de lactació per a les vaques que es podrien denominar normal i 8.000 kg per a vaques d'alta producció. Tot i que la previsió de Broster W.H. coincideix en l'estimació de l'organització FEFRIC, degut a l'elevada diferència entre l'organització i l'estudi de Sánchez Belda, per determinar amb major exactitud les dades corresponents a aquesta variable també s'ha pres en consideració la producció de llet a Catalunya al llarg de l'any 2006. El resultat s'aproxima a les dades de FEFRIC per la qual cosa es donen com a vàlides les dades elaborades per l'organització catalana. En el cas d'animals destinats a la cria la quantitat utilitzada és de 4,1 kg dia⁻¹ (Jarrige, J. 1990).

3.1.2.5 Estimació de la digestibilitat

La digestibilitat dels aliments és la proporció de l'aliment que no s'excreta i que és utilitzat pel metabolisme de l'animal per obtenir l'energia necessària per les diverses funcions del seu organisme. El valor energètic dels aliments està molt determinat per seva la digestibilitat.

En general, la digestibilitat dels aliments és més elevada quant menor és el seu contingut en fibra. Als farratges, amb gran proporció de fulles i amb baix contingut de teixits lignificats, es troben valors del 80% de digestibilitat. El creixement de la planta fa que augmenti el contingut en tiges i teixits lignificats el que provoca una reducció en el valor de la digestibilitat, així, a les palles es situa a l'ordre del 40%. Els aliments que tenen un major nivell de digestibilitat són els concentrats com els

cereals, les llavors de les lleguminoses i les tortes fetes a partir d'aquestes llavors, amb un coeficient de l'ordre del 85%. Per determinar el valor de la digestibilitat (en %) s'ha tingut en compte la situació alimentària. A partir d'aquesta premissa s'han analitzat per separat cadascuna de les situacions. Malgrat això, i degut a que la subcategoria d'animals de menys de 12 mesos destinats a sacrifici presenta una situació d'alimentació molt concreta i diferenciada, el valor del coeficient d'aquesta subcategoria en el sistema intensiu s'ha determinat en un apartat diferent.

3.1.2.5.1 Digestibilitat dels animals en el sistema extensiu

Part de l'activitat ramadera es realitza a la zona nord de Catalunya on hi ha una bona disponibilitat de pastures. Aquest sistema d'alimentació, amb ingredients amb major contingut cel·lulòsic, presenta un coeficient de digestibilitat inferior al del sistema intensiu.

Per determinar el coeficient s'han utilitzat les dades sobre alimentació ecològica de la Unió de Pagesos. Les diferències alimentàries entre la ramaderia ambiental i l'ecològica són molt poques en relació a la quantitat i el tipus d'aliment. Les principals diferències fan referència al maneig i el procés de cultiu dels aliments. Per contrastar aquesta similitud s'ha fet una comparació entre la dieta establerta al document de la Unió de Pagesos i l'estudi realitzat sobre la raça Bruna dels Pirineus (Piedrafita, J. 2007), taula 3.3.

Taula 3.3. Comparativa entre dieta ecològica i ambiental

Alimentació sistema ecològic	Digestibilitat	Alimentació sistema ambiental	Digestibilitat
Pastures naturals	73	Pastures naturals	73
Pastures d'alta muntanya	67	Ensitjat	71
Ordi	83	Fenc	52
Farratge	56	Farratge	56
Pinso	90	Pinso	90

Font: Unió de pagesos i Estudi sobre la raça Bruna del Pirineus. Elaboració pròpia

Com evidencia la taula les dietes presenten certa similitud. Si es fa una mitjana dels coeficients, s'obté un 73,8 per al sistema ecològic i un 68,4 per l'ambiental. Si utilitzessin aquest coeficients sense tenir en compte les quantitats de cadascun dels aliments, el resultat final seria del tot erroni. La taula 3.4 reflexa el resultat del coeficient en el sistema ecològic després d'aplicar l'equació 3.1.

BLOC 3. Anàlisi

Equació 3.1

$$\overline{DE}(\%) = \frac{\sum (MS(kg) \cdot DE(\%))}{\sum MS(kg)}$$

Elaboració pròpia

Taula 3.4 Tipus d'alimentació i digestibilitat en el sistema extensiu ecològic.

ESTACIÓ	ALIMENT	(kg MS)	DIGESTIBILITAT (%)	DIGEST. MITJANA	
Primavera (vaques)	Pastures naturals	28.800	73	65,45	65,76
	Pastures d'alta muntanya	54.000	67		
	Ordi	21.600	83		
	Farratge	72.000	56		
	Pinso	0	90		
Tardor (vaques)	Pastures naturals	37.800	73	66,08	
	Pastures d'alta muntanya	42.000	67		
	Ordi	18.000	83		
	Farratge	60.000	56		
	Pinso	0	90		
Primavera (vedells)	Pastures naturals	0	73	65,59	63,25
	Pastures d'alta muntanya	48.000	67		
	Ordi	14.400	83		
	Farratge	57.600	56		
	Pinso	9.600	90		
Tardor (vedells)	Pastures naturals	0	73	60,91	
	Pastures d'alta muntanya	0	67		
	Ordi	13.200	83		
	Farratge	59.400	56		
	Pinso	0	90		

Font: Unió de pagesos. Elaboració pròpia

Si es té en compte que les dietes (tant l'ambiental com l'ecològica) tenen unes proporcions similars en quan a la quantitat de pastures, farratges i pinsos per a que siguin equilibrades i es fa un càlcul amb la dieta de l'estudi sobre la Bruna del Pirineus, el valor del coeficient resultant és de 64,99%. Per tant, el valor a utilitzar en aquest sistema és de **65,37%**.

Pel càlcul del coeficient dels vedells s'ha fet la mitjana entre els períodes de lactació i d'alimentació amb farratges. El resultat ha donat un valor de **68,33%**, Taula 3.5.

Taula 3.5. Digestibilitat dels vedells en el sistema extensiu.

Digestibilitat	Dieta	Temps (%)
95	Lactació	16
63,25	Farratges	84
68,33	Digestibilitat mitjana	

Elaboració pròpia

3.1.2.5.2 Digestibilitat dels animals de menys de 12 mesos (intensiu)

La iniciació de l'alimentació dels vedells d'engreix amb farratges és a les 4 setmanes, abans han estat alimentats amb llet (digestibilitat del 95%), directament de la mare o amb programes de lactació artificial. Després del deslletament prenen una dieta d'iniciació fins els 5 mesos. En el cas dels vedells que provenen de pastures es mantenen en lactació fins als 5 ó 7 mesos d'edat, amb uns 180-200 kg de pes, moment en el que passen a situació d'engreix amb una dieta d'adaptació (de Blas, C. et al., 2008). El procés fins que és sacrificat continua als dos sistemes amb una dieta de creixement fins els 8 mesos, per finalitzar amb la dieta d'acabat.

La taula 3.6 mostra una dieta i la seva digestibilitat per a vedells d'engreix (de Blas, C. et al., 2008). A partir de les dades inicials s'ha calculat la digestibilitat mitjana de les etapes d'engreix.

En relació a aquesta dieta, s'ha cregut convenient fer referència a una anàlisi de l'estudi que pot fer variar el valor del coeficient de digestibilitat que habitualment la majoria d'estudis assigna als aliments. Malgrat que la majoria d'aliments poc lignificats presenten una digestibilitat elevada i, per tant, una menor emissió de metà, hi ha alguns farratges en els que aquesta relació és inversa. Tal i com situen els autors *"El uso de fuentes de fibra poco lignificadas (como la pulpa de remolacha, la cascarilla de soja o forrajes jóvenes de alta calidad) implica una mayor tasa de fermentación y de producción de metano que la de forrajes maduros o subproductos altamente lignificados (como la paja de cereal, común en las raciones de vacuno de cebo en España)"*. Una vegada feta l'observació, i degut a que no es disposa de dades més específiques sobre aquesta qüestió i que el percentatge que representa sobre la dieta (9%) no és elevat, es mantindran els resultats obtinguts en els càlculs.

BLOC 3. Anàlisi

Taula 3.6. Digestibilitat i dieta dels vedells.

Digestibilitat	Ingredient	Iniciació		Creixement		Acabat	
		(%)	Digest.	(%)	Digest.	(%)	Digest.
86	Blat de moro	27,00	79,81	22,86	79,34	22,32	78,91
81	Ordi	27,00		36,00		36	
92	Soja 44	18,00		14,85		12,33	
81	Clofolla soja	9,00		9,00		9	
76	Salvat	5,85		3,87		6,3	
80	Mantega	1,35		1,08		2,07	
40	Palla	10,00		10,00		10	

Font: ASOPROVAC. Elaboració pròpia

A partir d'aquestes dades, i per ajustar-se més el valor del coeficient per a aquesta subcategoria, s'ha realitzat la mitjana entre les dietes dels diferents períodes i el temps durant el qual s'alimenten d'aquests ingredients (taula 3.7). S'ha computat des del naixement fins al moment del sacrifici. El resultat dona un coeficient de digestibilitat del **76,34%**.

Taula 3.7. Digestibilitat dels vedells en sistema intensiu.

Digestibilitat	Dieta	Kg	Digestibilitat mitjana per període	Temps (%)	Digestibilitat mitjana	
95	Lactació	2,4	95	10,5	76,34	
79,81	Iniciació	2,56	74,43	37		
40	Palla	0,40	74,42	40		
79,34	Creixement	7				
40	Palla	1,0	72,43	12,5		
78,91	Acabat	8				
40	Palla	1,6				

Elaboració pròpia

En el cas dels animals procedents d'altres regions per al seu engreix, la digestibilitat que s'ha considerat és la que correspon a l'engreix sense incloure el percentatge de lactació. El resultat per a aquesta subcategoria és de 74,15%.

3.1.2.5.3 Digestibilitat dels animals en el sistema intensiu

En el sistema intensiu la dieta dels bovins està formada pels següents 3 grans tipus d'aliments:

- Farratge sec: alfals, blat de moro, ordi, fenc, herba, palla de cereals, etc.
- Ensitjat: és farratge verd que es tritura, sol o amb additius, i es guarda a la granja tapat amb un plàstic, on va fermentant.

- Pinso o concentrat: mescla de cereals, gra, sals minerals, etc i additius que es tritura fins formar grànuls.

La grans diversitat d'aliments que es poden utilitzar a la dieta dels bovins complica l'establiment d'una dieta estàndard. Amb la finalitat de fer una bona aproximació en el càlcul de la digestibilitat, s'han utilitzat les dades de diferents estudis. La taula 3.8 correspon a la simulació d'un estudi sobre formulació d'aliments sense suplements d'origen animal (Calsamiglia, S. 2002). Es mostren 3 racions diferents en funció de la base farratgera i de si té o no proteïna degradable.

Taula 3.8. Digestibilitat de diferents racions.

Digestibilitat	Ingredients	SM-PD	Digest.	SM-PND	Digest.	A-PD	Digest.	Digest. mitjana	
71	Ensitjat blat de moro	25,5	75,31	25,5	74,28		73,09	74,41	
60	Fenc alfals	17		17,4		25,5			
70	Ensitjat Rye-gras								
45	Palla					5,1			
90	Blat de moro	12,8		13		10,6			
83	Ordi	8,5		13		9,4			
72	Cotó	8,5		10,9		11,1			
83	Glutenfeed	10,6		2,2		10,6			
80	Bagazo					14,9			
93	Sabó Càlcic			1,7		1,7			
82	H. soja	15,3		2,2		9,4			
90	H. soja-protegida			6,5					
87	Glutenmeal			2,2					
Digestibilitat	Ingredients	A-PND	Digest.	SRG-PD	Digest.	SRG-PND	Digest.		
71	Ensitjat blat de moro		71,91		76,75		75,14		
60	Fenc alfals	28,2		17		17			
70	Ensitjat Rye-gras			25,5		25,5			
45	Palla	5,2							
90	Blat de moro	17,4		6,4		17,4			
83	Ordi	15,2		4,3		17			
72	Cotó	11,7		10,6		10,6			
83	Glutenfeed					2,6			
80	Bagazo	15,2							
93	Sabó Càlcic			1,7		1,3			
82	H. soja			32,7					
90	H. soja-protegida	4,3				5,1			
87	Glutenmeal	1,1				1,7			

Font: Calsamiglia. Elaboració pròpia

SM-PD/PND: Ensitjat de blat de moro amb proteïna degradable/no degradable.

A-PD/PND: Fenc d'alfals amb proteïna degradable/no degradable.

SRG-PD/PND: Ensitjat de rye-gras amb proteïna degradable/ no degradable.

BLOC 3. Anàlisi

Les dades de la taula 3.9 corresponen a racions:

- A) Per a l'estudi del maneig de la preparació de les racions (Calsamiglia, S).
- B) Ració ajustada a les necessitats nutritives dels bovins (Calsamiglia, S).
- C) Ració d'un estudi sobre la pauta d'ingestió del vaquí lleter (Quar Molas, M. 2008) que es va dur a terme a la granja de vaquí de llet de Semega on la Unitat de Remugants de l'IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries) hi desenvolupa estudis experimentals.

Taula 3.9. Digestibilitat de diferents racions.

A	Digestibilitat	Ingredients	Quantitat	Digest.	Quantitat	Digest.
	55	Fenc alfals	22	70,36	19	70,96
	88	Farina blat de moro	12		12	
	91	Farina soja	3		3	
	84	Glutenfeed	3		3	
	65	Llavors de cotó	5		8	
	81	Clofolla de soja	2		2	
	80	Farina de blat	3		3	
B					Digestibilitat mitjana	
	68	Ensitjat	31,5	71,80	72,135	
	83	Cebadilla	21			
	40	Palla	5,25			
	55	Alfals	13,15			
	72	Cotó	3,9			
	85	Polpa	3,9			
	84	Glutenfeed	5,25			
	70	Gira-sol	3,9			
	86	Melassa	2,65			
	85	Megalac	1,6			
	85	Cema	7,9			
C						
	68	Ensitjat blat de moro	34,5	75,42		
	55	Alfals	12,6			
	88	Blat de moro	17,7			
	91	Farina de soja	11			
	83	Ordi	4,5			
	81	Clofolla de soja	4,5			
	72	Gra de cotó sencer	4,4			
	84	Glutenfeed	4,4			
	86	Blat	2,2			
	82	Segones	2,2			

Elaboració pròpia a partir de estudis de Calsamiglia, S. i Quar Molas, M.

El coeficient mitjà pel càlcul d'emissions d'aquest sistema és de **73,27%**. A la taula 3.10 es mostren tots els resultats de les diferents variables analitzades.

Taula 3.10 Dades de les diferents variables pel càlcul d'emissions al sistema intensiu								Animals de dos o més anys													
								Animals menors de 12 mesos			Animals de 12 a 24 mesos			Mascles	Femelles						
								Destinats a sacrifici	Altres		Mascles	Femelles per			Jònegues			Vaques			
									Mascles	Femelles		Sacrifici	Reposició		Per Sacrifici	Per munyir		De no munyir	De munyir		De no munyir
										Frisones	Altres		Frisones	Altres							
Caps de bovins (Desembre 2007)		367007	340	33272	2450	1838	27823	4130	1553	6266	1715	6114	73843	1494	61932						
Pes	Frisona 70%	194	215	173	590	368	454	1000	554	564			650								
	Assimilables 20%	194	215	173	590	368	454	1000	554		554	554		650	650						
	Altres 10%	154	195	149	540	325	383	950	500		500	500		550	600						
	Mitjana	190	213	173	590	364	447	950	549	564	549	549	650	613	613						
Augment de pes mitjà per dia (g/dia)		1150	1150	800	1200	1000	500	0	1150	600	500	550	0	0	0						
Situació alimentària		Confinat / Pastura																			
Producció diària de llet (kg/dia i contingut de greix (%))	llet									25,4	17,2		25,4	17,2							
	grassa									3,63	4		3,63	4							
Quantitat de treball mitjà realitzat per dia (hores/dia)		No es té en consideració																			
Percentatge de femelles que paren a l'any							80		80	80	80		80	80							
Quantitat de cries any							1		1	1	1	1	1	1	1						
Digestibilitat dels aliments (%)		INTENSIU: menors de 12 mesos (sacrifici) = 75,07; resta = 73,27 EXTENSIU: menors de 12 mesos (sacrifici) = 68,33; resta = 65,37																			

BLOC 3. Anàlisi

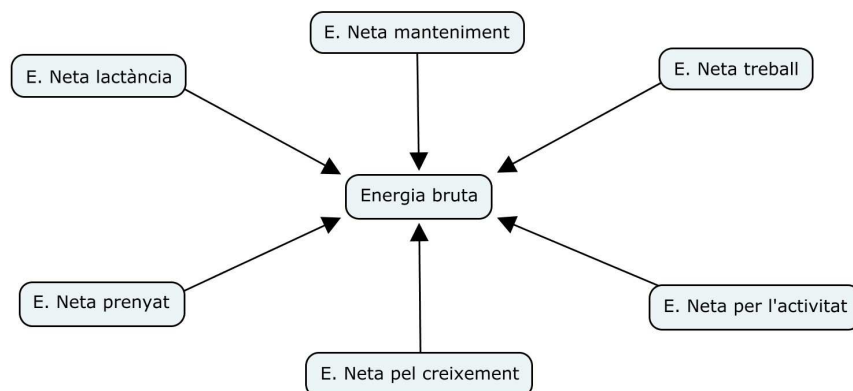
3.1.3 Càlculs de l'energia bruta

L'energia que necessiten els bovins l'obtenen a partir dels carbohidrats, proteïnes i greixos dels aliments que ingereixen. El procés de fermentació proporciona als bacteris l'energia en forma d'ATP que necessiten pel seu manteniment i creixement. Posteriorment, les proteïnes sintetitzades pels bacteris són digerides pels bovins.

Per calcular l'energia bruta s'han utilitzat les equacions que per aquest objectiu s'especifiquen a l'informe de l'IPCC. A partir de les dades recollides en l'apartat 4.1.2 "Estimació d'ingesta d'aliment d'un animal típic de cada subgrup" i les diferents equacions s'estableixen cadascun dels requeriments energètics que necessiten els animals per les diverses activitats que realitzen.

Aquest requeriment energètic fa referència a l'ATP que es necessita per funcions tan bàsiques com la circulació de la sang, el manteniment del to muscular, la síntesi enzimàtica, el recavi de proteïnes, el creixement i les activitat físiques (caminar, consumir aliments, aixecar-se, etc). La suma d'aquesta despesa energètica (mesurada en MJ/dia) indica la quantitat d'energia bruta total que consumeix l'animal al dia i està directament relacionada amb les emissions de metà.

Figura 3.2. Variables energètiques que determinen l'energia bruta



Font: IPCC. Elaboració pròpia

3.1.3.1 Energia neta pel manteniment (NE_m)

Aquest valor suposa l'energia que requereix l'animal per mantenir totes les seves funcions corporals, és a dir, l'energia que necessita per mantenir un equilibri en el que les condicions físiques i químiques de l'animal no variïn. Aquesta energia es determina a partir de l'equació 3.2.

Equació 3.2

$$NE_m = C_{fi} \cdot (\text{pes})^{0.75}$$

Font: IPCC

El coeficient C_{fi} ($\text{MJ dia}^{-1} \text{kg}^{-1}$) (taula 3.11) varia en funció de les característiques o situacions de l'animal. Un animal en situació de lactància té un requeriment energètic superior a un que no es trobi en aquesta situació com a conseqüència de la major necessitat d'ATP per a la síntesi de la llet. L'energia pel manteniment dels bovins de races lleteres és superior de mitjana un 13% als animals de races càrniques. Igualment, és un 15-20% major en els mascles sencers que en els castrats o a les femelles (Jarrige, J. 1990)

Taula 3.11. Coeficients per calcular l'energia neta pel manteniment

Boví (vaques no en muntir)	0,322
Boví (vaques en muntir)	0,386
Boví (bous)	0,370

Font: IPCC.

3.1.3.2 Energia neta per l'activitat (NE_a)

Suposa l'energia requerida per l'animal per desenvolupar la seva activitat diària, és a dir, l'energia que necessita per a l'obtenció d'aliment, aigua i refugi, i s'obté a partir de l'equació 3.3. Aquesta variable es basa en la situació alimentària més que en les característiques de l'aliment.

Equació 3.3

$$NE_a = C_a \cdot NE_m$$

Font: IPCC

El coeficient C_a (no té dimensió) i fa referència a la situació alimentària descrita al punt 3.1.2.3. Com s'ha explicat a l'esmentat apartat, les situacions alimentàries

BLOC 3. Anàlisi

definides a l'IPCC no coincideixen amb les denominacions habituals a Catalunya. Per tant, s'assimila amb compartiment el sistema intensiu, i amb pasturatge, l'extensiu. Es descarta el coeficient de grans superfícies. NE_m correspon a l'energia neta pel manteniment.

Taula 3.12. Coeficients per calcular l'energia neta per l'activitat

Compartiment = Intensiu	0,00
Pastoreig = Extensiu	0,17
Grans superfícies de pastoreig	0,36

Font: IPCC. Elaboració pròpia

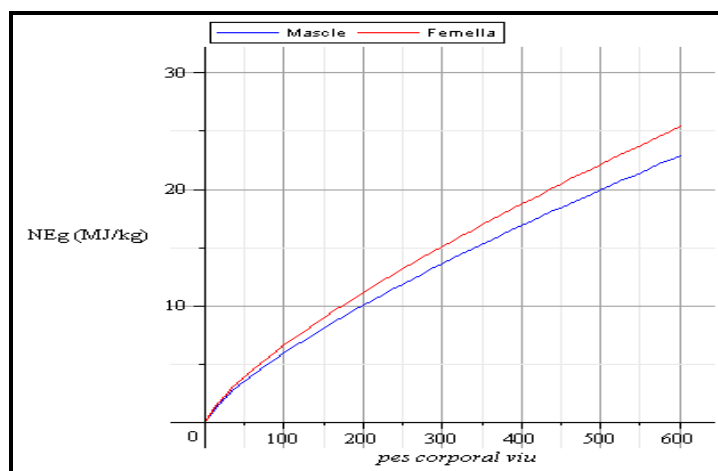
3.1.3.3 Energia neta pel creixement (NE_g)

Durant el període de creixement els animals joves utilitzen l'energia pel desenvolupament de l'esquelet, els músculs i els diferents òrgans. L'augment de pes és ric en aigua i proteïnes i pobre en energia, ja que la proteïna conté molta menys energia que el greix. Quan l'animal arriba al final del període de creixement el procés és l'invers: l'augment de pes es fa en base a l'acumulació de greix, el que genera que l'augment de pes sigui ric en energia.

En general, a major contingut en greixos en l'augment del pes dels animals, majors són les necessitats energètiques (INRA, 1984)

Per a un animal determinat, l'augment de la proporció de greix i, per tant, d'energia augmenta amb el pes de l'animal, la seva edat i la velocitat de creixement. En el cas d'animals amb una mateixa taxa de creixement i el mateix pes, el contingut en greixos depèn de la raça, el sexe i l'estat d'engreixament. Pel que fa a la raça, la precocitat en el creixent de la raça Frisona fa que aquestes acumulin més greixos que d'altres amb creixements més tardans, com les de raça Pirenaica. En el cas del sexe, les femelles acumulen més ràpidament greix que els bous. La gràfica 3.4 reflexa aquesta situació i mostra les necessitats energètiques pels animals de diferent sexe amb velocitats de creixements semblants (1.20 kg/dia pel mascle i 1.00 kg/dia per a la femella). Com a exemple, per animals de 600 kg de pes la NE_g seria de 22.89 MJ/kg pels mascles i de 25.40 MJ/kg per a les femelles.

Gràfica 3.4. Energia neta pel creixement en funció del sexe
(velocitats de creixement de 1.2 kg/d mascle i 1.0 femella)



Elaboració pròpia a partir de l'equació 4.2

L'equació (equació 3.4) utilitzada per determinar el creixement de l'animal es basa en el NRC (The National Resource Council, 1996) i té en compte diferents variables per estimar l'energia: el pes corporal viu mitjà (BW) dels animals de la població (en kg), el pes corporal viu i madur d'una femella adulta (MW) en condició corporal moderada (en kg), l'augment de pes diari mitjà (WG) dels animals de la població (kg dia^{-1}) i un coeficient (C) que és de 0,8 per a les femelles, 1 per als castrats i 1,2 per als bous.

Equació 3.4

$$NE_m = 22,02 \cdot \left(\frac{BW}{C \cdot MW} \right)^{0,75} \cdot WG^{1,097}$$

Font: IPCC

3.1.3.4 Energia neta per la lactància (NE_l)

Una vegada queden cobertes les necessitats principals pel manteniment dels animals part de l'excedent energètic pot ser utilitzat per a la producció de llet i greix. Aquesta producció requereix de la síntesi de greixos, proteïnes i lactosa, i comporta la necessitat de construir estructures que requereixen major quantitat d'ATP, que és el que es necessita per al manteniment. Les despeses energètiques per la lactació depenen de la quantitat de greixos, proteïnes i lactosa que conté la llet i, per tant, de la quantitat que d'aquesta es produeixi.

BLOC 3. Anàlisi

La síntesi de la lactosa a partir de la glucosa és molt eficient, prop del 97% però, en ser la presència de glucosa en les rutes metabòliques escassa, la principal font per a la producció de lactosa és l'àcid propiòic que té una eficiència teòrica del 73% (Broster, W.H.1979). Si aquesta es suma a les eficiències en la producció de greix i proteïnes, l'eficiència total per a la producció de llet queda estimada en un 72.5%.

Per determinar els requeriments energètics per a la producció de llet s'aplica l'equació 3.5.

Equació 3.5

$$NE_l = Llet \cdot (1,47 + 0,40 \cdot greix)$$

Font: IPCC

3.1.3.5 Energia neta per la gestació (NE_p)

Les necessitats energètiques durant la gestació varien molt en funció del període en el que es trobi l'animal. Broster i Swan (1971) mostren, a partir de la funció de Jakobsen et al. (1957), que els requeriments de l'energia fetal són inferiors a 1,2 MJ/dia en els primers set mesos de prenyat, augmentant a 6,0 MJ/dia immediatament abans dels parts. Altres estudis mostren que l'energia utilitzada durant aquest període és baixa, situant-se molt per sota d'allò esperat. Els requeriments de la mare, degut al seu canvi hormonal, es situen com la causa més probable d'aquesta situació. Broster i Swan (1971) realitzen una comparació entre els requeriments energètics durant el període de prenyat i la producció de llet. El resultat és que el consum d'energia diari d'una vaca en el període de gestació és equivalent a la producció diària de 2 a 8 kg de llet.

Equació 3.6

$$NE_p = C_p \cdot NE_m \cdot PM$$

Font: IPCC

Per determinar l'energia durant el període de gestació s'utilitza l'equació 3.6. El valor de C_p és igual a 0.1 en base a les estimacions desenvolupades a partir de les dades de NCR (1996), segons informe de l'IPCC (2006). Al mateix informe s'indica la necessitat de realitzar la ponderació respecte a la quantitat de femelles adultes que paren a l'any quan es realitzi el càlcul de l'energia bruta. En el present estudi s'ha fet una modificació de l'equació al afegir el coeficient PM, que indica el percentatge de femelles parides a l'any, en lloc de fer-ho al càlcul general.

3.1.3.6 Relació entre l'energia disponible en dieta pel manteniment i l'energia digerible consumida (REM)

Com s'ha observat abans, les substàncies que són assimilades per l'organisme són transformades en energia pel funcionament dels processos biològics i fisiològics dels bovins. De l'energia bruta de que disposa l'organisme es van produint pèrdues d'energia degut a l'eliminació dels femtes. L'energia que queda és l'energia digerible. La relació que es manté entre aquesta energia i l'energia destinada al manteniment dels bovins ve determinada per l'equació 3.7.

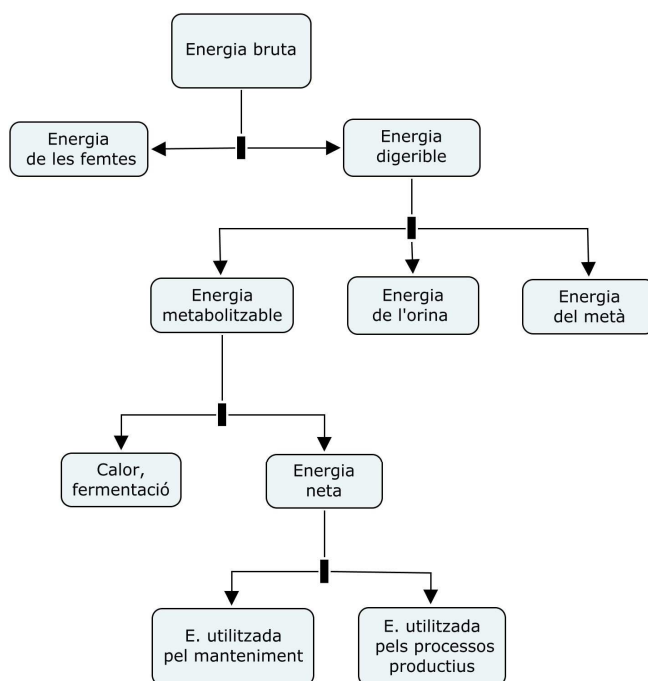
Equació 3.7

$$REM = \left[1,123 - (4,092 \cdot 10^{-3} \cdot DE\%) + [1,126 \cdot 10^{-5} \cdot (DE\%)^2] - \left(\frac{25,4}{DE\%} \right) \right]$$

Font: IPCC

Entre l'energia digerible consumida i l'energia utilitzada pel manteniment es produeixen una sèrie de pèrdues per diferents processos. L'energia digerible no és utilitzada totalment en el metabolisme cel·lular, ja que hi han pèrdues per l'eliminació de l'orina i per l'emissió de metà degut a la digestió bacteriana dels productes cel·lulòsics. A això s'han d'afegir les pèrdues en forma de calor per la fermentació dels aliments en el rumen i l'energia dels processos digestius. La figura 3.3 mostra com es distribueix l'energia bruta de la dieta.

Figura 3.3. Distribució de l'energia bruta a la dieta dels bovins



Font: Zea et al. (1990)

BLOC 3. Anàlisi

3.1.3.7 Relació entre l'energia disponible en dieta pel creixement i l'energia digerible consumida (REG)

Tal i com s'ha explicat a l'apartat anterior, l'energia es destina a diferents processos on es perd energia fins que només queda l'energia neta (figura 3.). L'energia neta és utilitzada, per una banda, pel manteniment de l'animal i, per l'altra, pels processos productius com són l'acumulació de greix o el creixement. Per determinar la relació entre l'energia digerible i la utilitzada pel creixement s'utilitza l'equació 3.8.

Equació 3.8

$$REG = \left[1,164 - (5,160 \cdot 10^{-3} \cdot DE\%) + [1,308 \cdot 10^{-5} \cdot (DE\%)^2] - \left(\frac{37,4}{DE\%} \right) \right]$$

Font: IPCC

3.1.3.8 Energia bruta (GE)

A partir dels resultats del conjunt d'equacions es determina l'energia bruta com la suma del conjunt de requeriments d'energies netes i la relació i disponibilitat de l'energia dels aliments (equació 3.9). El resultat es mesura en MJ cap⁻¹ any⁻¹.

Equació 3.9

$$GE = \left[\frac{\left(\frac{NE_m + NE_a + NE_l + NE_p}{REM} \right) + \left(\frac{NEg}{REG} \right)}{\frac{DE\%}{100}} \right]$$

Font: IPCC

3.1.4 Càlcul del factor d'emissió de metà (EF)

La quantitat de metà emesa pels animals es calcula a partir de l'equació 3.10, on l'energia bruta (EG) es multiplica per un factor de conversió (Y_m). Aquest factor indica el percentatge d'energia bruta de l'aliment que és convertida en metà. El factor 55,65 (MJ kg⁻¹ CH₄) és el contingut d'energia del metà.

El resultat es mesura en kg CH₄ cap⁻¹ any⁻¹.

Equació 3.10

$$EF = \left[\frac{GE \cdot \left(\frac{Y_m}{100} \right) \cdot 365}{55,65} \right]$$

3.1.4.1 Factor de conversió de metà (Y_m)

La producció de metà depèn, fonamentalment, de la quantitat i qualitat de l'aliment ingerit, essent la digestibilitat de la ració un dels factors més influents, per la qual cosa s'estableix generalment una correlació negativa entre la digestibilitat de les dietes i l'emissió de metà, (Cambra et al. 2008). Per tant, per determinar les emissions, conèixer amb la major exactitud possible el tipus d'alimentació i la digestibilitat dels aliments és una peça clau. Des de l'informe de l'IPCC el valor d'aquest factor varia del 2% al 7,5%. El 2% correspon a aquells animals que prenen una dieta amb una elevada digestibilitat (principalment pinsos) i el 7,5% als que prenen una dieta amb una baixa digestibilitat (principalment farratges). Dins del mateix informe es realitza l'atribució dels percentatges en dos grans grups, els bovins alimentats a corral (del 2% al 4%) i la resta (5,5% al 7,5%). Això suposa una elevada variabilitat en el moment d'atribuir un valor o un altre alhora de fer els càlculs.

Cambra et al. (2008) realitzen una estimació del factor Y_m a partir dels articles més consistents dels últims 10 anys amb dades sobre digestibilitat i Y_m . El resultat de la regressió polinòmica dóna l'equació 3.11. La correlació entre el percentatge de digestibilitat i el factor de conversió Y_m que permet aquesta equació determina una major exactitud en els càlculs.

Equació 3.11

$$Y_m = -0,038 \cdot DE^2 + 0,3501 \cdot DE - 0,8111$$

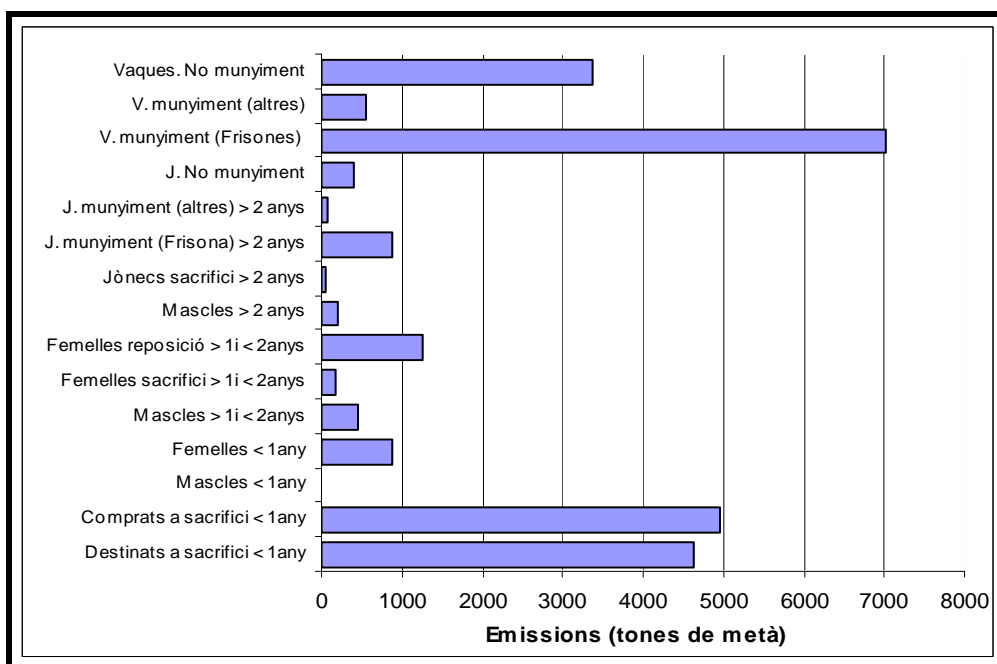
BLOC 3. Anàlisi

3.2. Resultats i anàlisi

En aquest apartat es situen els resultats obtinguts pels diferents càlculs. Les taules 3.13 i 3.14 mostren tots els resultats de requeriments energètics per als dos sistemes d'explotació ramadera en cadascuna de les diferents subcategories. Els resultats que corresponen als factors d'emissió (EF) i que representen les emissions de metà de les diferents subcategories de bovins es mostren amb una variació de $\pm 1\%$. Com s'ha esmentat a l'apartat "3.1 Metodologia" es creu oportú posar dins d'aquest apartat l'extrapolació feta per la població de ramat per comarques (taula 3.15) ja que la continuïtat dels documents facilita la consulta de dades.

Les emissions totals de metà generades a Catalunya l'any 2006 han estat de **25.065,11** tones (526.367,31 tones de CO₂ equivalent). A la distribució d'emissions per subcategories s'han de destacar les que corresponen als animals destinats a sacrifici (incloent-hi els comprats) menors d'un any i les vaques Frisones de munyir, amb un 38,47 i un 31,72% de les emissions totals, respectivament. A la gràfica 3.5 es mostra una comparació de les emissions de metà per a cada subcategoria.

Gràfica 3.5. Emissions de metà per subcategoria



Elaboració pròpia

La taula 3.16 mostra les emissions generades a Catalunya a cadascuna de les subcategories i per comarca. S'han destacat en verd les subcategories i comarques associades al sistema extensiu.

Taula 3.13 Emissions de metà per fermentació entèrica en sistemes d'alimentació extensius (kg CH ₄ cap ⁻¹ any ⁻¹)	Animals de dos anys o més						Mascles	Femelles								mitjana
	Animals menors de 12 mesos			Animals de 12 a 24 mesos				Jònegues				Vaques				
	Destinats a sacrifici	Altres		Mascles	Femelles per			Per Sacrifici	Per munyir		Per no munyir	De munyir		De no munyir		
		Mascles	Femelles		Sacrifici	Reposició			Frisones	Altres races		Frisones	Altres			
Pes	190,00	213,00	173,00	590,00	364,00	447,00	950,00	549,00	564,00	549,00	549,00	650,00	613,00	613,00	501,00	
Augment pes (g/d)	1150,00	1150,00	800,00	1200,00	1000,00	500,00	0,00	950,00	600,00	500,00	550,00	0,00	0,00	0,00	840,00	
NE _m	15,36	20,41	15,36	44,29	27,05	30,62	63,31	36,52	44,67	43,78	36,52	49,69	47,55	40,01	36,83	
NE _a	2,61	3,47	2,61	7,53	4,60	5,21	10,76	6,21	7,59	7,44	6,21	8,45	8,08	6,80	6,26	
NE _g	19,05	19,05	17,34	19,96	22,15	10,36	0,00	20,94	12,67	10,37	11,50	0,00	0,00	0,00	16,33	
NE _l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,59	0,00	0,00	43,83	46,05	12,59	43,83	46,05	12,59	63,51	
NE _t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
NE _p	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,45	0,00	2,92	3,57	3,50	2,92	3,98	3,80	3,20	3,30	
REM	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	
REG	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	
GE	135,92	152,41	128,22	234,52	188,07	188,59	206,79	221,69	335,27	328,01	214,32	295,75	294,49	174,75	236,24	
EF (Ym = + 1%)	58,36	74,30	62,31	113,19	90,83	91,79	98,65	107,13	163,69	166,12	103,00	144,05	149,49	82,80	88,24	
EF	49,20	63,43	53,20	96,63	77,55	78,36	84,22	91,46	139,74	141,82	87,94	122,98	127,62	70,69	75,27	
EF (Ym = - 1%)	40,03	52,57	44,08	80,08	64,26	64,94	69,79	75,79	115,80	117,52	72,87	101,91	105,76	58,58	62,30	
Digestibilitat < 12 mesos		68,33		Ym < 12mesos =		5,37		Ym =	- 0,0038 · DE ² + 0,3501 · DE - 0,8111							
Digestibilitat		65,37		Ym resta =		5,84		Dades en base a revisió de l'estimació d'emissions a Espanya realitzada per Cambra et al. (2008)								

NE_m: Energia neta pel manteniment; **NE_a**: Energia neta per a l'activitat; **NE_g**: Energia neta per al creixement; **NE_l**: Energia neta per a la lactància; **NE_t**: Energia neta pel treball; **NE_p**: Energia neta per a la gestació; **REM**: Relació entre l'energia disponible en dieta pel manteniment i l'energia digerible consumida; **REG**: Relació entre l'energia disponible en dieta pel creixement i l'energia digerible consumida; **GE**: Energia Bruta; **EF**: Factor d'emissió .

Per fer la mitjana de les emissions no es tenen en compte els bovins per munyir degut que, en aquest tipus de sistema, els ramats lleterers són testimonials. Malgrat això, s'indiquen les emissions que generen aquests animals en un sistema de producció extensiva per si es vol consultar. Per al càlcul de l'energia per a la lactació dels bovins per munyir s'ha pres el 15 kg cap⁻¹ dia⁻¹ de lactació.

Taula 3.14 Emissions de metà per fermentació entèrica en sistemes d'alimentació intensius (kg CH ₄ cap ⁻¹ any ⁻¹)		Animals de dos anys o més															
		Animals menors de 12 mesos				Animals de 12 a 24 mesos			Mascles	Femelles							mitjana
		Destinats a sacrifici	Comprats sacrifici			Mascles	Femelles per			Jònegues				Vaques			
				Mascles	Femelles		Sacrifici	Reposició		Per Sacrifici	Per munyir		Per no munyir	De munyir		De no munyir	
											Frisones	Altres races		Frisones	Altres		
Pes	190,00	190,00	210,00	173,00	590,00	555,00	434,00	950,00	549,00	564,00	549,00	549,00	620,00	590,00	590,00	508,07	
Augment pes (g/d)	1150,00	1150,00	1150,00	800,00	1200,00	1000,00	500,00	0,00	950,00	600,00	500,00	550,00	0,00	0,00	0,00	868,18	
NE _m	15,36	15,36	20,41	15,36	44,29	36,82	30,62	63,31	36,52	44,67	43,78	36,52	47,96	46,21	38,55	35,87	
NE _a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
NE _g	19,25	19,25	19,28	17,55	20,20	22,42	10,48	0,00	21,19	12,80	10,48	11,64	0,00	0,00	0,00	16,78	
NE _l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,59	0,00	0,00	74,22	52,80	12,59	74,22	52,80	12,59	63,51	
NE _{treball}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
NE _{prenyat}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,45	0,00	2,92	3,57	3,50	2,92	3,84	3,70	3,08	3,25	
REM	0,55	0,55	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	
REG	0,37	0,37	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	
GE	101,85	101,85	128,01	108,34	192,35	182,10	157,42	160,92	183,92	361,82	295,77	178,18	320,30	261,06	137,81	193,60	
EF (Ym = + 1%)	34,37	39,64	45,68	38,66	68,64	64,98	56,17	57,42	65,63	129,11	105,54	63,58	114,29	93,15	49,17	69,08	
EF	27,16	32,09	37,28	31,55	56,02	53,04	45,85	46,87	53,57	105,38	86,14	51,89	93,28	76,03	40,14	56,38	
EF (Ym = - 1%%)	19,96	24,55	28,88	24,45	43,40	41,09	35,52	36,31	41,50	81,65	66,74	40,21	72,28	58,91	31,10	43,69	
Digestibilitat < 12 mesos (sacrifici)		76,34		Ym < 12mesos (sacrifici) =		3,77		Ym =	- 0,0038 · DE ² + 0,3501 · DE – 0,8111								
Digestibilitat < 12 mesos (comprats)		74,15		Ym < 12 mesos (compr) =		4,25		Dades en base a revisió de l'estimació d'emissions a Espanya realitzada per Cambra et al. (2008)									
Digestibilitat		73.27		Ym resta =		4.44											

NE_m: Energia neta pel manteniment; **NE_a**: Energia neta per a l'activitat; **NE_g**: Energia neta per al creixements; **NE_l**: Energia neta per a la lactància; **NE_t**: Energia neta pel treball; **NE_p**: Energia neta per a la gestació; **REM**: Relació entre l'energia disponible en dieta pel manteniment i l'energia digerible consumida; **REG**: Relació entre l'energia disponible en dieta pel creixement i l'energia digerible consumida; **GE**: Energia Bruta; **EF**: Factor d'emissió

								Animals de dos o més anys									
Taula 3.15 Caps de Boví per comarques	Animals menors de 12 mesos				Animals de 12 a 24 mesos			Mascles	Femelles								
	Destinats a sacrifici	Comprats a sacrifici	Mascles	Femelles	Mascles	Femelles per			Jònegues				Vaques				
						Sacrifici	Reposició		Per Sacrifici	Per munyir		Per no munyir	De munyir		De no munyir		
										Frisones	Altres races		Frisones	Altres			
Alt Camp	46	1735	17	0	0	0	12	14	0	0	0	0	0	17	17	1.858	
Alt Empordà	12775	12494	4	2463	830	45	1920	137	86	810	83	227	6830	697	2208	41.609	
Alt Penedès	321	3569	0	60	0	5	45	4	0	26	3	0	219	22	6	4.281	
Alt Urgell	6037	1051	7	2191	212	504	2360	166	53	798	81	336	6729	687	3341	24.554	
Alta Ribagorça	1870	0	4	91	19	5	184	76	3	0	0	196	0	0	1970	4.417	
Anoia	448	1469	2	47	1	0	48	9	0	13	1	24	112	11	238	2.424	
Bages	2561	17718	3	249	17	123	185	65	2	88	9	132	741	76	1330	23.299	
Baix Camp	0	1824	5	223	0	152	0	0	11	0	0	0	0	0	0	2.215	
Baix Ebre	1444	2193	4	399	127	276	0	264	29	60	6	76	507	52	742	6.180	
Baix Empordà	5823	1149	12	103	476	16	836	56	30	377	38	99	3179	324	969	13.487	
Baix Llobregat	497	507	3	69	0	0	71	2	0	40	4	0	341	35	6	1.575	
Baix Penedès	0	492	2	55	0	38	0	0	3	0	0	0	0	0	0	590	
Barcelonès	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Berguedà	7587	2535	2	676	41	150	618	188	38	193	20	451	1625	166	4514	18.803	
Cerdanya	3478	0	7	1195	195	238	956	204	43	380	39	494	3205	327	4940	15.701	
Conca de Barberà	277	3922	5	480	29	327	0	39	6	11	1	15	91	9	150	5.362	
Garraf	0	510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	510	
Garrigues	828	18158	2	131	367	36	190	26	12	27	3	32	229	23	324	20.388	
Garrotxa	9852	1537	9	1260	493	134	911	217	49	370	38	463	3117	318	4635	23.403	
Gironès	9208	586	4	1444	375	48	1276	102	43	577	59	177	4866	497	1757	21.019	
Maresme	1601	2174	1	281	8	0	300	14	1	125	13	0	1050	107	6	5.680	
Montsià	1179	816	7	253	81	134	0	142	11	52	5	59	439	45	579	3.802	
Noguera	7930	29401	9	1146	622	52	1493	93	28	460	47	151	3882	396	1500	47.211	
Osona	29613	3171	7	3902	160	367	3987	455	81	1649	168	772	13908	1419	7709	67.369	
Pallars Jussà	3296	2184	2	197	70	10	345	86	5	29	3	240	242	25	2413	9.146	
Pallars Sobirà	2454	0	2	357	35	10	557	149	31	70	7	417	591	60	4171	8.911	
Pla d'Urgell	4800	8986	4	857	249	73	1115	28	0	328	34	24	2769	283	247	19.797	
Pla de l'Estany	4936	5597	2	749	213	18	617	71	11	260	27	145	2196	224	1466	16.533	
Priorat	0	1465	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.465	
Ribera d'Ebre	0	492	2	54	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	586	
Ripollès	3876	0	13	902	198	44	461	368	91	91	9	848	768	78	8461	16.209	
Segarra	468	10809	3	53	216	8	93	19	7	0	0	34	0	0	341	12.052	
Segrià	9905	76993	9	1527	1431	110	2118	158	41	529	54	210	4463	455	2076	100.079	
Selva	6032	605	4	1037	563	38	872	71	11	375	38	114	3163	323	1147	14.393	
Solsonès	4423	4147	3	199	114	15	442	116	27	10	1	352	81	8	3529	13.466	
Tarragonès	126	724	37	167	0	114	0	1	0	12	1	0	103	10	0	1.295	
Terra Alta	92	1342	2	55	17	47	3	0	2	3	0	5	25	3	53	1.649	
Urgell	456	15385	3	88	306	38	113	12	10	13	1	19	109	11	190	16.754	
Val d'Aran	176	0	1	11	2	0	28	11	11	0	0	46	0	0	449	735	
Vallès Occidental	369	3915	3	34	4	0	63	8	0	18	2	11	152	16	107	4.702	
Vallès Oriental	9647	18039	7	1421	38	104	1486	88	14	692	71	88	5836	595	879	39.005	

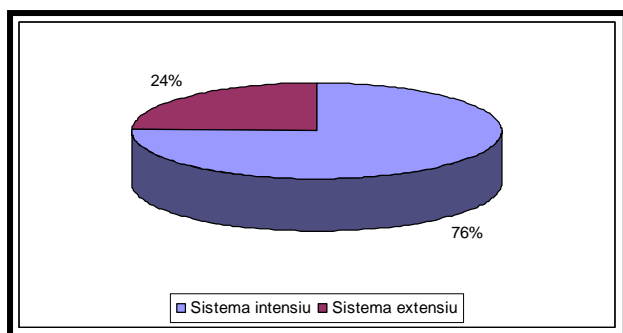
Les subcategories i comarques marcades amb color verd estan associades a sistemes d'explotació extensiu

Taula 3.16 Emissions per comarques (kg CH ₄ any ⁻¹)	Animals menors de 12 mesos				Animals de 12 a 24 mesos			Animals de dos anys o més								
	Destinats a sacrifici	Comprades per sacrifici	Altres		Mascles	Femelles per		Mascles	Femelles							
			Mascles	Femelles		Jònegues				Vaques						
						Sacrifici	Reposició		Per no munyir		De no munyir					
									Per Sacrifici	Per munyir		De munyir				
									Per Sacrifici	Per munyir		Per no munyir	De munyir		De no munyir	
										Frisones	Altres		Frisones	Altres		
Alt Camp	1249	33406	628	0	0	0	552	652	0	0	0	0	0	1302	693	38.482
Alt Empordà	346970	240559	151	76673	45982	2032	88243	6380	4558	84653	7061	9585	642452	53394	90020	1.698.714
Alt Penedès	8718	68718	16	1868	0	225	2068	186	23	2715	226	0	20602	1712	245	107.322
Alt Urgell	297020	20236	444	116552	20487	39083	184938	13981	4848	83405	6957	29583	632975	52607	236173	1.739.288
Alta Ribagorça	92004	0	254	4841	1836	377	14419	6401	243	0	0	17197	0	0	139258	276.830
Anoia	12160	28290	74	1463	55	0	2206	419	13	1390	116	994	10548	877	9699	68.304
Bages	69549	341148	111	7751	942	5542	8503	3027	123	9186	766	5566	69717	5794	54224	581.950
Baix Camp	0	35119	185	6942	0	6849	0	0	560	0	0	0	0	0	0	49.655
Baix Ebre	39212	42229	148	12421	7036	12437	0	12294	1559	6287	524	3221	47714	3966	30251	219.300
Baix Empordà	158161	22117	444	3206	26370	699	38423	2608	1568	39406	3287	4174	299058	24855	39506	663.881
Baix Llobregat	13502	9759	111	2148	0	0	3263	93	8	4224	352	0	32057	2664	245	68.426
Baix Penedès	0	9473	74	1712	0	1712	0	0	149	0	0	0	0	0	0	13.121
Barcelonès	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Berguedà	373259	48817	118	35960	3962	11632	48429	15834	3476	20143	1680	39674	251915	12705	319091	1.186.695
Cerdanya	171118	0	444	63569	18844	18456	74916	17181	3933	39721	3313	43433	496769	25053	349205	1.325.954
Conca de Barberà	7523	75514	185	14942	1607	14735	0	1816	318	1129	94	626	8570	712	6108	133.880
Garraf	0	9820	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	9.824
Garrigues	22493	349611	74	4078	20332	1622	8732	1211	647	2834	236	1355	21508	1788	13216	449.737
Garrotxa	267579	29594	333	39224	27312	6038	41870	10106	2595	38635	3223	19534	293207	24369	188969	992.586
Gironès	250099	11276	148	44952	20775	2163	58628	4750	2292	60309	5031	7479	457693	38039	71633	1.035.265
Maresme	43481	41860	21	8748	443	0	13788	652	30	13019	1086	0	98807	8212	245	230.391
Montsià	32010	15719	259	7876	4487	6038	0	6613	582	5440	454	2466	41286	3431	23606	150.269
Noguera	215377	566088	346	35675	34459	2323	68618	4331	1489	48114	4013	6386	365149	30348	61155	1.443.872
Osona	804292	61052	244	121469	8864	16537	183243	21189	4289	172380	14379	32552	1308225	108727	314296	3.171.738
Pallars Jussà	89513	42056	67	6133	3878	451	15856	4005	290	2997	250	10104	22745	1890	98378	298.612
Pallars Sobirà	120737	0	112	18991	3382	756	43649	12549	2835	7330	611	36627	55625	4623	294845	602.673
Pla d'Urgell	130377	173010	145	26678	13795	3289	51245	1304	0	34324	2863	1032	260491	21649	10069	730.273
Pla de l'Estany	134071	107758	60	23316	11800	809	28357	3306	582	27222	2271	6128	206596	17170	59786	629.235
Priorat	0	28207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28.207
Ribera d'Ebre	0	9473	74	1681	0	1712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.940
Ripollès	190699	0	825	47983	19134	3412	36126	30994	8323	9523	794	74535	72272	6007	598102	1.098.728
Segarra	12724	208107	111	1650	11966	360	4274	885	383	0	0	1453	0	0	13903	255.817
Segrià	269031	1482416	333	47536	79277	4941	97343	7358	2171	55314	4614	8849	419786	34888	84639	2.598.493
Selva	163822	11653	148	32282	31190	1712	40099	3306	582	39199	3270	4792	297492	24725	46755	701.030
Solsonès	120123	79850	100	6195	6316	668	20314	5402	1430	999	83	14859	7582	630	143877	408.427
Tarragonès	3432	13933	1362	5199	0	5137	0	47	0	1270	106	0	9642	801	0	40.928
Terra Alta	2504	25835	74	1712	942	2118	138	0	106	315	26	220	2390	199	2147	38.725
Urgell	12371	296232	124	2739	16952	1712	5193	559	532	1346	112	793	10219	849	7737	357.472
Val d'Aran	8659	0	63	585	193	0	2194	926	1006	0	0	4012	0	0	31739	49.380
Vallès Occidental	10013	75385	111	1058	222	0	2895	373	25	1889	158	448	14339	1192	4368	112.476
Vallès Oriental	262012	347323	259	44236	2105	4686	68297	4098	741	72329	6033	3715	548919	45621	35837	1.446.211
TOTAL																25.065,11

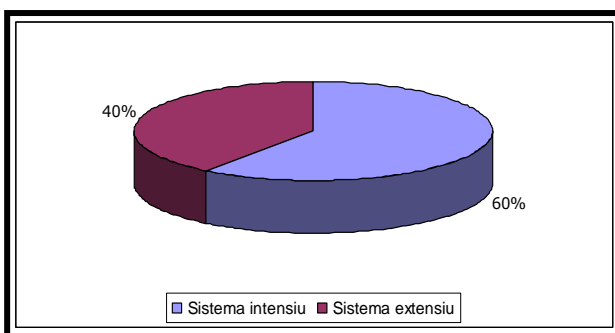
BLOC 3. Anàlisi

El 83,55% de l'activitat ramadera bovina es realitza mitjançant el sistema d'explotació intensiu. Això comporta que el 75,91% de les emissions generades a Catalunya ho han estat per aquest sistema (gràfica 3.6). Al món, aquest percentatge es situa en el 60,00% (gràfica 3.7).

Gràfica 3.6 Emissions de metà per sistema d'explotació a Catalunya



Gràfica 3.7 Emissions de metà per sistema d'explotació al món



Font: IDESCAT i FAOSTAT. Elaboració pròpia

Un aspecte que es vol destacar és la gran diferència entre les emissions generades pel sistema extensiu i per l'intensiu. Si es fa la mitjana entre un animal de cadascuna de les subcategories de cada sistema les quantitats mitjanes emeses són de 54,46 kg de metà $\text{cap}^{-1} \text{any}^{-1}$ pel sistema intensiu (taula 3.14) i de 75,27 kg per l'extensiu (taula 3.13), és a dir, un 38,21% superior. Però si aquest mitjana es realitza entre tots els animals de cada sistema, el resultat és de 36,67 kg metà $\text{cap}^{-1} \text{any}^{-1}$ per a l'intensiu i de 63,40 per a l'extensiu. En aquest cas les emissions del sistema extensiu són superiors en un 72,89%. Aquesta gran diferència és deguda a que les emissions en el sistema intensiu es generen, principalment, per bestiar destinat a sacrifici, amb unes emissions de 27,16 kg metà $\text{cap}^{-1} \text{any}^{-1}$ pel nascut a Catalunya i de 32,09 per a l'importat. Al sistema extensiu la subcategoria que emet més emissions és la de les vaques de no munyir (70,69 kg metà $\text{cap}^{-1} \text{any}^{-1}$). El valor mitjà per al conjunt de ramat de tota Catalunya és de 40,26 kg de metà $\text{cap}^{-1} \text{any}^{-1}$.

Degut a aquesta diferència entre els sistemes, les relacions entre emissions i nombre total de caps per comarca no tenen una relació directa. Si es compara la distribució del total d'emissions per comarques del mapa de la figura 3.5 amb el nombre total de caps de comarques del mapa de la figura 3.4 es poden observar algunes variacions.

BLOC 3. Anàlisi

Figura 3.4 Mapa de distribució de bovins per comarques

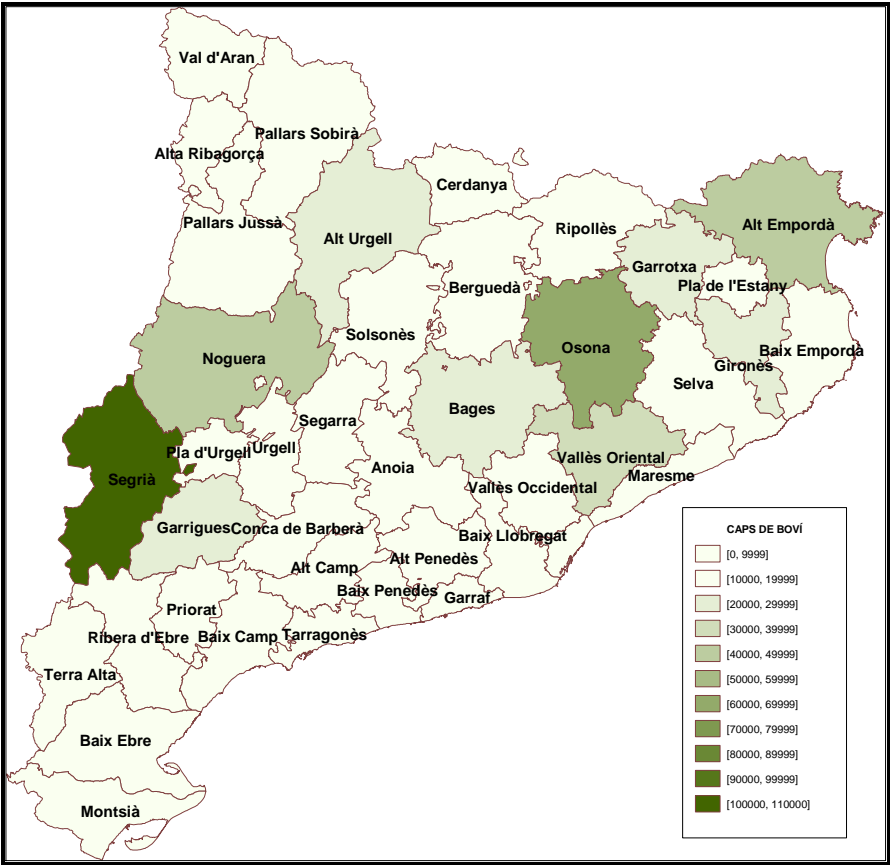
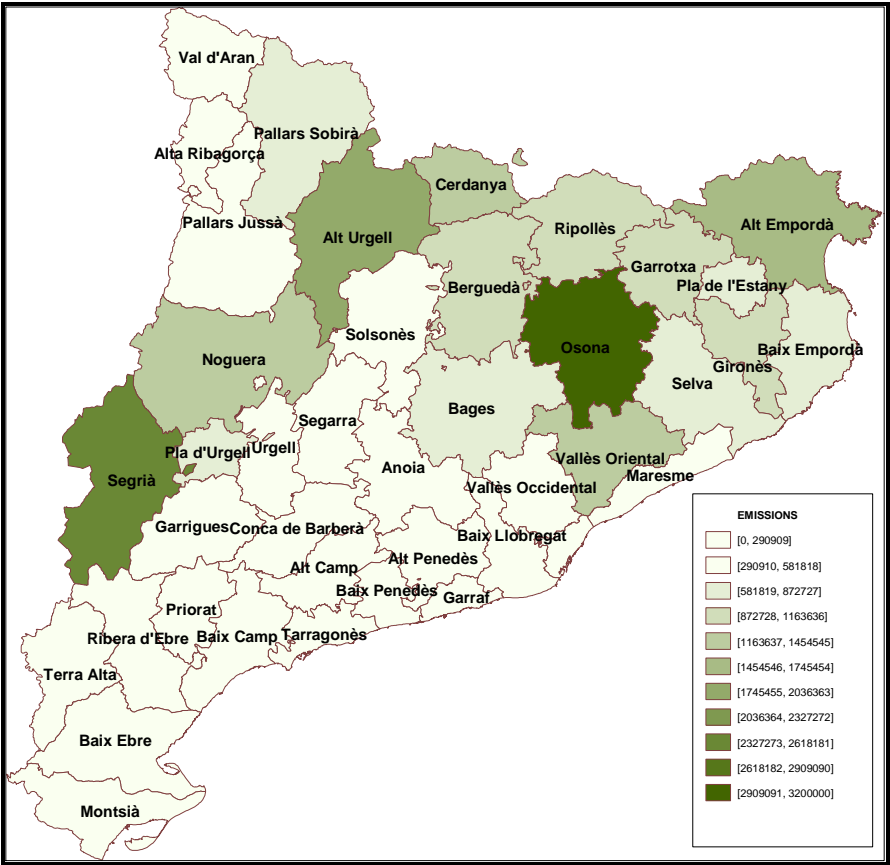


Figura 3.5 Mapa d'emissions generades per comarques (kg de CH₄ any⁻¹)



Elaboració pròpia a partir dels resultats d'aquest estudi. Sistema d'informació geogràfica utilitzat MIRAMON

BLOC 3. Anàlisi

Pot servir com a exemple el cas de les comarques del Segrià i d'Osona. Malgrat que al Segrià hi ha un 48,55% més de bestiar, les emissions són superiors a la comarca d'Osona en un 22,13%. Per trobar les causes d'aquesta situació s'han d'analitzar les diferències en la cabanya ramadera. La comarca del Segrià es dedica, principalment, a l'engreix del ramat per a carn de vedells importats d'altres territoris de fora de Catalunya³. La diferència d'aquesta subcategoria, en comparació a les altres, és força elevada. De fet, les subcategories de bovins destinats a sacrifici representen el 86,83% del total de bestiar de tota la comarca. En canvi, a Osona, es compatibilitzen les activitats ramaderes destinades a la carn i a la llet. Els bovins destinats a sacrifici representen el 48,66% del total i els destinats a munyir el 25,48% (principalment de la raça Frisona). El fet que les emissions de les subcategories d'animals destinats a munyir siguin prop d'un 75% superiors explica el perquè es situa Osona per damunt del Segrià en quantitat d'emissions.

Com a mostra d'aquesta variació s'ha realitzat la taula 3.17, en la qual s'indiquen les 7 comarques que més emissions generen i també les emissions de metà per cap i any.

Taula 3.17. Comparació d'emissions entre comarques de diferents sistemes d'alimentació.

Comarca	Emissions (kg de CH ₄)	Caps de boví	Emissions (kg de CH ₄ cap ⁻¹ any ⁻¹)
Osona	3.171.687	67.369	47,08
Segrià	2.598.483	100.079	25,96
Alt Urgell	1.739.288	24.554	70,83
Alt Empordà	1.698.692	41.609	40,83
Vallès Oriental	1.446.196	39.005	37,08
Noguera	1.443.861	47.211	30,58
Cerdanya	1.249.301	15.701	79,57

Elaboració pròpia. En verd comarques associades a sistemes extensius

Les diferències entre el ramat lleter i altres tipus de ramat són força significatives, davant els 97,44 kg de metà cap⁻¹ any⁻¹ del ramat lleter es situen els 30,12 de la resta del ramat.

En un context global, les emissions generades a Catalunya per la fermentació entèrica dels bovins suposen el 0,036% de les emissions a escala mundial, el 0,504

³ Subcategoria comprats a sacrificis

BLOC 3. Anàlisi

a l'Europa de l'Oest i el 8,135 de les emissions a l'estat Espanyol. Si es fa una relació entre emissions i població, a escala global s'emeten 9,94 kg de metà per ciutadà i any, 11,11 kg a l'Europa de l'Oest⁴ i 8,46 kg a l'Estat Espanyol⁵. Aquests resultats queden molt allunyats dels 3,52 kg per ciutadà any⁻¹ que s'emeten a Catalunya. Per entendre la raó d'aquesta situació s'ha calculat la densitat de bovins per persona. Davant els 0,21 bovins per persona que hi ha al món, els 0,19 de l'Europa de l'Oest o els 0,14 a l'Estat Espanyol⁴, a Catalunya (a la data de l'estudi) aquesta densitat és de 0,09. Relacionant totes aquestes dades el resultat és que Catalunya es manté per sota en el nombre d'emissions (de mitjana per animal) respecte al món i l'Europa de l'Oest en un 12,50 i 29,17% menys, respectivament. D'altra banda, i en base a les dades del MARM, l'Estat Espanyol es situaria per damunt de la mitjana amb un 27,76%.

Els requeriments energètics del bestiar destinat a la producció lletera i de carn són força diferents, és per això que trobem diferències notables en els valors dels factors d'emissió. A Catalunya el factors d'emissió mitjà pel càlcul de les emissions es situa en 97 kg de metà per cap i any pel ramat lleter i en 30 kg per cap i any pel ramat destinat a la producció de carn.

Per facilitar una més fiable aproximació al valor real de les emissions, a la taula 3.18 es mostren els factors d'emissió que surten de la combinació de sistemes d'alimentació i de les característiques productives dels ramats.

Taula 3.18. Factors d'emissió dels diferents tipus de ramats.

Tipus de ramat i sistema d'alimentació	Factor d'emissió (Kg CH₄ cap⁻¹ any⁻¹)
Sistema intensiu lleter	96,87
Sistema intensiu altres	25,48
Sistema extensiu lleter	105,56
Sistema extensiu altres	63,40

Elaboració pròpia a partir dels resultats

A Catalunya la producció de llet per ramat en règim extensiu és molt reduïda i no s'ha considerat per als càlculs generals. Però, per facilitar la consulta d'aquelles

⁴ Alemanya, Andorra, Àustria, Bèlgica, Dinamarca, Finlàndia, França, Grècia, Islàndia, Itàlia, Irlanda, Liechtenstein, Luxemburg, Malta, Mònaco, Noruega, Països Baixos, Portugal, San Marí, Espanya, Suècia, Suïssa, Regne Unit.

⁵ Dades segons l'Inventari Nacional de Gasos d'Efecte Hivernacle. (2007)

BLOC 3. Anàlisi

explotacions que puguin tenir aquest tipus de producció i sistema, s'ha considerat oportú realitzar aquest càlcul.

Els valor obtinguts en aquest estudi s'han comparat amb els resultats de l'Inventari d'Emissions de Gasos d'Efecte Hivernacle d'Espanya (anys 1990-2005), elaborat pel Ministeri de Medi Ambient i presentat a la Comissió Europea en base a les decisions 280/2004/CE i 2005/166/CE. A partir de les dades s'han obtingut les emissions generades a Catalunya l'any 2005 en funció dels factors d'emissió estimats per l'inventari espanyol i el resultat d'aquest estudi. Pel que fa al resultat, que surt de l'aplicació dels factors de l'inventari espanyol, hi ha diferències respecte al publicat per l'administració catalana⁶. Aquestes diferències poden ser a conseqüència de la variabilitat de les dades en funció de les fonts estadístiques⁷.

El resultat de l'aplicació dels factors d'emissió del present estudi genera que les diferències entre les emissions siguin força importants (taula 3.19). El factor que determina aquesta diferència és el que correspon a la categoria "d'altres bovins".

Taula 3.19. Emissions a Catalunya (any 2005) segons l'aplicació dels diferents factors de conversió.

	Caps de bestiar	EF ⁸	Emissions (tones any ⁻¹)	EF ⁹	Emissions (tones any ⁻¹)
Boví lleter	79.906	94,46	7548,25	97,4	7782,84
Altres bovins	452.802	54,36	24612,08	30,12	13638,40
Altres ramats	7.317.477	-	16471,14	-	16471,14
Total tones de metà			48631,47		37892,38
Total tones de CO ₂ equivalent			1021260,96		795739,97

Elaboració pròpia a partir de les dades d'aquest estudi i de l'inventari del l'Estat Espanyol.

Aquesta diferència és la conseqüència de l'aplicació de diferents factors de conversió Y_m . L'inventari espanyol aplica els factors en funció de les propostes realitzades a la taula 4.8 de l'apartat "Developed Countries" de la Guia Bones Pràctiques de l'IPCC. Pel que fa als bovins lleter, els situa com a excepció i aplica altre valor del factor de conversió amb la següent justificació: *Esta variación se justifica porque teniendo en cuenta la relación inversa que existe entre la digestibilidad de la dieta y el factor Y_m , al encontrarse el vacuno lechero español en sistemas de producción intensivos,(...), es decir con dietas de elevadas*

⁶ 984.930 tones de CO₂ equivalent. Veure taula 2.4. Pàgina 30.

⁷ Per a l'any 2005: 532.708 caps de bestiar segons IDESCAT i 609.112 segons DAR.

⁸ Factors d'emissió segons l'inventari de l'Estat Espanyol.

⁹ Factors d'emissió segons el present estudi.

BLOC 3. Anàlisi

digestibilidades (> 70%), se considera más apropiado utilizar un valor de 0,055 para Y_m , intermedio entre el de cebo intensivo y el del resto del vacuno, pero más próximo a este último dado que es la clase a la que pertenecería sin realizar este ajuste. En canvi, en el present estudi s'han aplicat els factors de conversió en funció de la digestibilitat, a partir de l'equació de Cambra et al. (2008), el que ha generat aquestes diferències en els factors de conversió (taula 3.19).

4. DISCUSSIÓ, CONCLUSIONS I PROPOSTES

4.1 Discussió

Els resultats obtinguts posen de manifest les diferències en la quantitat d'emissions que es generen en funció del tipus de bestiar que s'explota i del sistema d'alimentació utilitzat. Els requeriments energètics del bestiar està condicionat tant per l'activitat a la que es destina com pel sistema d'explotació utilitzat. Així, l'energia bruta estimada en aquest estudi, és superior en el sistema extensiu que a l'intensiu de mitjana en un 29,90%¹⁰. Pel que fa a les emissions de metà, els animals en sistema extensiu emeten de mitjana un 38,21%⁹ més que a l'intensiu (veure taules 13 i 14).

La digestibilitat es situa com un dels factors més importants a l'hora d'establir el factor d'emissió. La complexitat a l'hora de determinar una dieta estàndard per als diferents sistemes d'alimentació, i l'absència d'estudis específics tant a Catalunya com a la resta del l'Estat Espanyol, fa que sigui necessari recórrer a diferents estudis sobre el tipus i quantitat d'aliment que prenen els animals. A partir de les dietes dels diferents estudis (Unió de Pagesos, 2007; Piedrafita, J. 2007; de Blas, C. et al., 2008; Calsamiglia, S. 2002; Quar Molas, M. 2008) la mitjana dels coeficients de digestibilitat a Catalunya es situa en un 74,11% pel sistema intensiu i un 66,16 per a l'extensiu. El valor corresponent al sistema extensiu es situa a la part central del rang establert per les directrius de l'IPCC (2006). En el cas del sistema intensiu el valor es situa just per sota del rang assignat als animals de corral alimentats amb >90% de dieta concentrada, segons l'IPCC. S'ha de considerar que aquests resultats s'extreuen de la mitjana entre la digestibilitat dels animals destinats a sacrifici (als quals se'ls ha inclòs el període de lactació) i la resta, en cadascun un dels sistemes alimentaris.

Els valors dels factors de conversió Y_m estipulats a les directrius de l'IPCC (2006) són molt generals i no permeten adequar-los a les característiques intrínseques de cada animal. L'estudi de Cambra et al. (2008) ha permès establir una relació entre el coeficient de digestibilitat i el factor de conversió, evitant raonaments que poden contenir una profunda reflexió però que no hi són exempts de certa subjectivitat. La regressió polinòmica que dóna l'equació utilitzada a aquest estudi per a determinar el factor de conversió, presenta un coeficient de determinació (R^2) igual a 0,87. Per tant, i tal i com situa l'autor, la digestibilitat és un bon factor de predicció de la producció de metà, explicant el 87% de la variació en Y_m .

¹⁰ Mitjana realitzada entre un animal de cadascuna de les subcategories.

BLOC 4. Discussió, conclusions i propostes.

Els resultats obtinguts de Y_m en els càlculs realitzats difereixen notablement dels recomanats per l'IPCC o dels aplicats a l'inventari d'Emissions de Gasos d'Efecte Hivernacle de l'Estat Espanyol (IEGEHE). En el cas del ramat lleter en sistema intensiu, el valor del factor de conversió obtingut és del 4,44% (taula 3.14), 1,06 punts inferior a l'establert per a aquests animals a l'IPCC i 1,11 punts inferior a l'establert a IEGEHE. Per a que en aquest estudi, en base a l'equació plantejada per Cambra et al. (2008), el valor del Y_m fos similar al de l'IPCC o a l'aplicat a l'inventari espanyol, els coeficients de digestibilitat del ramat lleter haurien de tenir uns valors de 67,23% i del 67,54%, respectivament. Aquests valors de digestibilitat són força qüestionables per a sistemes d'alimentació intensiu on, normalment, es situen en més d'un 70%.

A partir dels valors dels diferents coeficients, i en base a les equacions de l'IPCC (2006), es determinen els diferents valors mitjans dels factors d'emissió, segregats en funció del tipus i del sistema alimentari. La discriminació entre el ramat lleter i la resta dona uns valors mitjans dels factor d'emissió de 97,44 kg de metà per cap i any pel ramat lleter i de 30,12 kg per cap i any pel ramat destinat a la producció de carn. Aquest resultat no coincideix amb l'establert a IEGEHE, que els situa en 94,46 kg per cap i any pel ramat lleter i 54,36 per a la resta. En canvi, el resultat del present estudi s'aproxima molt a l'establert per Steinfeld (2006) al seu informe, amb uns valors de 98 kg per cap i any per al ramat de llet i 32 kg per cap i any per al ramat de carn.

Per donar una major eficiència als càlculs d'emissions també s'ha realitzat una discriminació entre els valors dels factors d'emissió per al sistema extensiu i per al sistema intensiu. Aquests valors es situen en 36,37 kg de metà per cap i any per al sistema intensiu i de 63,40 per a l'extensiu. Malgrat que això és un bon indicador de quina és l'aportació dels animals en funció dels sistema d'explotació, no es poden considerar uns valors adients per a l'estimació dels càlculs degut a que estan molt condicionats pels tipus de ramats que es troben a cada sistema.

La conjugació dels valors obtinguts per als bovins tipus lleter i altres, i els valor per als diferents sistemes d'explotació, permet concretar uns factors d'emissions més exactes per als càlculs globals de les emissions generades per fermentació entèrica dels bovins¹¹. Aquests valors s'aproximen molt als establerts per Steinfeld (2006) per al conjunt de països de l'OCDE, excepte el que fa referència al "sistema

¹¹ Veure taula 3.18. Pàgina 67

BLOC 4. Discussió, conclusions i propostes.

extensiu altres” que és superior en el present estudi en un 28,57%. Tot i així, no es pot descartar la validesa del resultat del valor d’aquest factor d’emissió, si es tenen en compte altres estudis. De Blas, C. et al., (2008) fa referència en el seu treball a un assaig realitzat a Austràlia (Harper et al., 1999) en el qual es mostra que la producció d’energia en forma de metà de les jònegues és fins a quatre vegades superior en dietes de pasturatge que en aquelles riques en gra. Si es té en compte aquest estudi, el valor pels sistemes lleter en extensiu es troben dins del marge dels resultats publicats per l’autor australià. En el cas del boví lleter, l’elevada productivitat de les vaques en intensiu (tipus Frisona) fa que es redueixi considerablement aquesta diferència.

Malgrat que aquests factors poden incrementar l’exactitud de la quantitat d’emissions, la variació del nombre d’animals de cada subcategoria pot modificar aquests valors al tractar-se de termes mitjans en base al resultat de l’estudi i la composició de la cabanya ramadera actual. En aquest sentit, és més raonable i exacte utilitzar els factors d’emissió obtinguts per a cada subcategoria dels animals que es mostren a la taula 3.13 i 3.14¹².

Com a conseqüència de les diferències esmentades en aquest estudi, els resultats del nombre total d’emissions per fermentació entèrica obtinguts difereixen dels calculats a Catalunya a partir de les dades de IEGEHE. En base a les dades, les emissions per fermentació entèrica generades a Catalunya es reduirien l’any 2005 un 22,08%¹³ respecte del que es va estimar i, en el cas dels bovins, aquesta diferència seria un 33,39%¹² menor. Al no disposar de dades sobre les emissions generades al 2006, no es pot determinar quina pot ser la variació respecte al resultat d’aquest estudi (taula 3.16).

Al conjunt de l’Estat Espanyol la reducció per fermentació entèrica seria del 19,88%, reduint-se de 642.765,48 tones de metà a 514.962,71 tones. En el cas dels bovins, la reducció seria del 32,72%, baixant de 390.524,87 tones de metà a 262.740,09 tones.

Per poder concretar quin és el veritable impacte de les emissions generades pels processos digestius dels bovins a Catalunya, és necessari contextualitzar-lo dins del nostre territori. A Catalunya les diferents activitats industrials van emetre a l’atmosfera 59.251.920 tones de CO₂ equivalent (2005), el que va suposar un increment del 55.19% respecte a les emissions de l’any 1990. En aquest mateix

¹² Pàgines 59 i 60.

¹³ Veure taula 3.19. Pàgina 68.

BLOC 4. Discussió, conclusions i propostes.

període les emissions generades per fermentació entèrica només es van incrementar en un 3,48%. Aquesta diferència permet situar quines activitats econòmiques tenen (i en quina proporció) una major contribució a l'escalfament global. Davant l'estabilitat dels caps de bestiar en els darrer 20 anys, sectors com el processat de combustible, han experimentat un augment significatiu de la seva activitat, el que ha fet que les emissions totals s'incrementessin a aquests nivells.

Del total d'emissions de GEH generats a Catalunya, l'activitat ramadera bovina representa el 0,88% de les emissions totals i el 56,58% de les emissions per fermentació entèrica. Aquests percentatges es situen molt allunyats dels que es generen a les indústries del sector energètic o del transport amb un 15,80 i un 25,37% d'emissions sobre el total, respectivament. Aquests percentatges donen una bona visió de l'impacte que generen aquests remugants i de la seva contribució a les emissions de GEH a Catalunya.

A escala global, les emissions generades per la fermentació entèrica de la ramaderia bovina a Catalunya es situen per sota de la mitjana mundial. Del total d'emissions generades al món i calculades per Steinfeld (2006), les emeses al nostre territori suposen el 0,036%. Per a contextualitzar aquest resultat en el còmput global s'ha de tenir en compte que el ramat boví de Catalunya representa el 0,046% dels bovins al món.

Aquesta diferència respecte a la mitjana mundial està determinada, d'una banda, per un major percentatge d'activitat ramadera en règim intensiu, i per l'altra, per la reduïda presència del ramat lleter en règim extensiu. A Catalunya el 75,91% de les emissions es generen en el sistema intensiu. L'eficiència d'aquest sistema, pel que fa a les emissions per fermentació entèrica en comparació a l'extensiu, és força notable. De mitjana les emissions generades per cadascun dels animals del sistema extensiu superen a l'intensiu en un 72,89%. Aquesta diferència percentual no suposa una gran incidència a l'estructura actual de la cabanya ramadera pel que fa al nombre d'emissions. Si tota la cabanya ramadera s'explotés en el sistema intensiu les emissions es reduirien un 7,67%. En comparació, si tota la producció és realitzés en el sistema extensiu, l'augment d'emissions es situaria en un 52,79%.

Aquest balanç favorable vers al sistema intensiu pel que fa a la fermentació entèrica, no es pot utilitzar com argument únic per a reduir les emissions de l'activitat ramadera. El conjunt d'insums necessaris per a la producció també s'han de tenir en compte. En aquest sentit es vol fer referència a algunes externalitats

BLOC 4. Discussió, conclusions i propostes.

que tenen a veure amb tots dos sistemes d'explotació, però d'incidència superior en el cas de l'intensiu.

La importació de gra, amb tots els requeriments energètics que suposa la seva producció i importació, tenen un impacte considerable. La soja i el blat de moro que es consumeix a la ramaderia intensiva espanyola utilitzen 3,5 milions de superfície agrària d'Argentina i del Brasil. Això és més que tota la superfície de Catalunya (Acció ecologista et al. 2007). La utilització d'aquestes hectàrees comporta la desforestació de boscos i la utilització d'adobs nitrogenats que emeten NO₂ a l'atmosfera. Un de cada 2 kg de blat de moro que es consumeix a l'Estat Espanyol és d'importació, i 4 de cada 5 kg consumits ho són per la ramaderia (Garcia, F. 2008). A l'apartat 3.1.2.5 Digestibilitat es poden veure les diferències en el consum de gra dels diferents sistemes d'explotació.

Altre aspecte al que es vol fer referència és el de l'emissió del fems. Segons l'estudi de Steinfeld (2006), en els països de l'Europa de l'Oest, en el cas dels bovins lleters, el 95% de les emissions per fems es generen en el sistema intensiu. En el cas de la categoria "altres bovins", aquest percentatge disminueix al 88%. Si s'utilitzen les dades de l'IEGEHE, i es fa una simulació amb les emissions per fems a Catalunya, en el cas de la producció en el sistema intensiu es produirien 1.488,66 tones de metà per fems. Si tota la producció fos en sistema extensiu les emissions es situen en 103,95 tones per fems. És a dir, més de 14 vegades inferior.

Si es tenen en compte tots els insums necessaris per a produir una unitat d'energia alimentària, les diferències entre tots dos sistemes d'explotació són notables. Tyler Miller, G. (1994), en una anàlisi realitzada als EUA, va calcular les calories necessàries per a cada caloria d'aliment produït amb el resultat següent: 0,5 per a la carn de boví alimentat en pastos rústics, 2 per als animals alimentats en pastos cultivats i 10 per als criats en corrals d'engreix. És a dir, la producció de boví d'engreix té un consum energètic global d'entre 5 i 20 vegades superiors a l'extensiu i, per tant, una quantitat d'emissions de similar magnitud. A l'estudi de Tyler Miller, G. (1994) no es fa referència a les emissions generades pels canvis en els usos del sòl com a conseqüència de la desforestació.

Per tant, malgrat que les emissions per fermentació entèrica siguin superiors en el sistema extensiu, si s'internalitzen totes les externalitats, a falta d'estudis molts específics sobre aquest tema, no es pot determinar amb claredat quin dels 2 sistemes emet més emissions.

BLOC 4. Discussió, conclusions i propostes.

4.2 Propostes per a la reducció de les emissions de metà de la ramaderia bovina

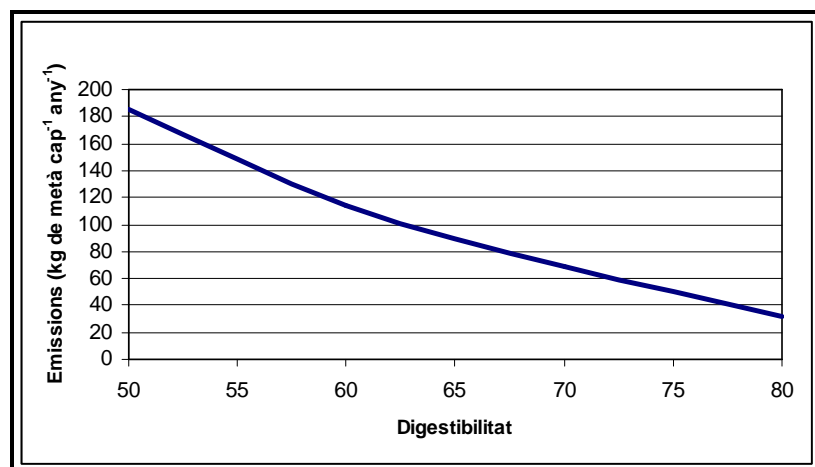
Per reduir les quantitats de metà generades per la cabanya bovina una de les respostes més obvies pot ser la de reduir la ingesta de carn, minvant d'aquesta manera la quantitat d'animals. Aquesta és una proposta molt defensada pels col·lectius vegetarians. L'informe "Livestock's Long Shadow" ha permès afegir als lícits arguments dels drets a la vida dels animals les possibles contribucions de l'activitat ramadera a l'escalfament global. L'obvietat d'aquesta proposta fa necessari el seu esment.

4.2.1 Variació de la dieta

A partir de les dades obtingudes en aquest projecte s'ha elaborat la gràfica 4.1 a la qual es mostra la relació entre digestibilitat i emissions de metà. Com es pot veure, la relació entre aquestes dues variables és quasi lineal.

Aquesta relació fa que aliments de les mateixes característiques però diferent digestibilitat donin, com a resultat, una forta variabilitat en les quantitats d'emissions generades pels animals.

Gràfica 4.1. Relació entre digestibilitat i emissions de metà.



Elaboració pròpia a partir de les dades obtingudes a l'estudi

La diferència de digestibilitat entre dos tipus de gramínies farratgeres, com són la *Festuca arundinacea* o Festuca elevada (67%) i el *Lolium perenne* o Ray-gras anglès (76%) (Jarrige, J.1988), genera que el nivell d'emissions en el cas d'utilitzar aquesta última es redueixi un 29,02%.

BLOC 4. Discussió, conclusions i propostes.

Kurihara i Terada (2001) van realitzar un estudi on animals amb dietes de manteniment (o bé 3 vegades el nivell de manteniment) basades en ensitjat de blat de moro o Ray-grass, disminuïen les emissions de metà en un 39 i 22%, respectivament.

La utilització de concentrat com a complement en les dietes també contribueix a reduir el nivell d'emissions, tot i que s'ha de tenir en compte que no tots el concentrats presenten les mateixes taxes de digestibilitat. L'arròs despallofat (90%), el blat de moro (89%), blat (88%), sègol (88%) el sorgo (86%) i l'ordi són alguns dels aliments utilitzats com a complement dietètic. En funció del que s'utilitzi les emissions poden variar en major o menor mesura. De Blas, C et al., en el seu estudi sobre "La repercusión de la producción de vacuno de carne en la emisión de gases con efecto invernadero", fan referència a l'estudi de (Beauchemin y McGinn, 2005) on es planteja que la *"sustitución de grano de cebada por maíz grano reduce las emisiones de metano desde un 4,03 hasta un 2,81% de la energía bruta ingerida en raciones concentradas para terneros en cebo intensivo (sistema feedlot)"*.

La mòlta també permet un reducció de les emissions de metà. La reducció del tamany de les partícules facilita que aquestes romanguin menys temps al rumen i, per tant, que tinguin una menor taxa de fermentació.

Així, doncs, la utilització de gramínies farratgeres d'alta digestibilitat, així com cereals i els seus subproductes, són una estratègia vàlida per reduir de manera significativa la quantitat d'emissions.

4.2.2 Ús d'additius

Hi ha diferents tipus d'additius dietaris que redueixen la generació de metà en els processos digestius dels animals. En aquest projecte es fa referència als que, potser, han mostrat millors resultats (com poden ser els suplementos lipídics). Alguns dels lípids utilitzats com a suplement són: oli de coco, de gira-sol, d'oliva i de peix. La reducció de les emissions de metà es produeix per la seva competència pels equivalents reductors amb els microorganismes metanogènics així com per l'efecte tòxic que tenen sobre els microorganismes ruminals. També hi ha alguns estudis que han mostrat que l'ús de tanins condensats d'espècies (Lespedeza, Acacia, Calliandra, Sorgo) és efectiu a dosis baixes o moderades en la reducció d'emissions de metà en bestiar oví (de Blas et al. 2007). Pel que fa a la utilització d'aquest component, Silvia Valtorta del Consejo Nacional de Investigaciones

BLOC 4. Discussió, conclusions i propostes.

Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET) situa que, en un estudi preliminar, les quantitats d'emissions de metà que poden reduir-se en el bestiar boví poden arribar fins a un 25%. Dins de l'ús de additius, Calsamiglia et al., 2005 fa referència a diferents estudis sobre l'efecte inhibidor de la metanogènesi d'alguns extractes de plantes com l'*Equisetum arvense* i la *Salvia Officinalis*, entre d'altres.

4.2.3 Ús d'antibiòtics

Un dels antibiòtics més utilitzats des de fa 40 anys és la monensina. Aquesta substància actua de forma que augmenta la producció de propionat i redueix la producció de metà en la fermentació ruminal. La utilització d'aquest compost no està autoritzada per l'UE, el que ha potenciat l'experimentació amb d'altres compostos naturals per intentar obtenir resultats similars. Dins d'aquests estudis es pot senyalar el que fa referència a la utilització de l'àcid màlic o del fumàric. Aquests àcids competeixen amb diversos bacteris metanogènics per l'hidrogen al rumen, arribant a unes reduccions de les emissions d'entre un 3 a un 17%.

4.3 Conclusions

L'aportació de nous estudis, com el de Cambra et al. (2008), ha permès incrementar l'exactitud de variables claus en el càlcul de les emissions dels bovins.

El resultat dels càlculs rebaixa les emissions per fermentació de entèrica de l'Inventari de Catalunya en un 22,08% i en un 19,88% les de l'Inventari de l'Estat Espanyol. L'impacte real de les emissions dels bovins és pot considerar com a baix si es contextualitza dins de les emissions globals catalanes.

Les diferències entre els sistemes d'explotació poden fer variar les quantitats emeses, sense que suposi una gran variació aplicar el sistema intensiu a tota l'activitat.

Si s'internalitzen totes les externalitats, a falta d'estudis molts específics sobre aquest tema, no és pot determinar amb claredat quin dels 2 sistemes emet més emissions.

5. INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA

5.1 Bibliografia

Articles i documents

ACCIÓN ECOLOGISTA 2007. Campaña "No te comas el mundo". Cuando la ganadería española se come el mundo.

AGUILERA, J. F. "Presente y futuro de la producción animal en el mundo con limitaciones y recursos alimenticios".

ANGELA R. MOSS, JEAN-PIERRE JOUANY, JOHN NEWBOLD. 2000. "Methane production by ruminants: its contribution to global warming".

BERRA, G. i FINSTER, L. 2000. "Emisiones de gases de efecto invernadero en el sector agropecuario argentino Instituto Nacional de Tecnología Agroalimentaria" (INTA).

DE BLAS, C. et al. "El cebo de terneros en España, una actividad respetuosa con el medio ambiente". ASOPROVAC.

CAMBRA LÓPEZ, et al., 2008. "Estimación de las emisiones de los rumiantes en España: el factor de conversión de metano". Archius de Zootècnia 57R: 89-101.

CALSAMIGLIA, S. 2002. "Problemas y posibles soluciones a formulación de raciones sin suplementos de origen animal". PRODIVESA. <http://www.prodivesa.com>.

CALSAMIGLIA, S., et al. 2005. "Estrategias nutricionales para modificar la fermentación ruminal en vacuno lechero". XXI Curso de Especialización FEDNA.

CALSAMIGLIA, S. 2005. "Manejo de la preparación de la ración y los comederos".

EUGENE PARKER Euroconferencia. "The Solar Cycle and terrestrial climate". 25-30 de septiembre. Santa cruz de Tenerife. <http://www.iac.es/gabinete/iacnoticias/2-2000/16.pdf>.

GARCIA, F. 2008. "Cultivando el desastre. Agricultura, ganadería intensiva y cambio climático". Ecoportal.net.

GENERALITAT DE CATALUNYA. 2007. "Pla Marc de mitigació del Canvi Climàtic a Catalunya 2008-2012". Oficina catalana del Canvi Climàtic.

GONZÁLEZ COROAS, A. "¿Existió realmente el Mínimo de Maunder?".

IPCC.2001." Cambio climático 2001: la base científica. Parte de la contribución del Grupo de trabajo I al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático". (IPCC) <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/scientific-basis/scientific-spm-ts-sp.pdf>.

IPCC. 2006 "Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra". Capítulo 10. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html> .

LEONOR CARRILLO. 2003. "Microbiología Agrícola". Capítulo 5 .

NIETO, J. I SANTAMARIA,J. 2003. "Las emisiones de gases de invernadero en España por Comunidades Autónomas". CCOO.

QUAR MOLAS, M. 2008." Repercussions d'un tràfic forçat o lliure sobre el consum i pauta d'ingestió del vaquí lleter amb un sistema de munyida robotitzada".

BLOC 5. Informació complementaria

PIEDRAFITA ARILLA, J. 2007. "Programa de millora de la raça Bruna dels Pirineus". <http://quiro.uab.es/jpa/pdf/millbruna07.pdf>

PAUL ARANDO, J; RIVERA, BERNARDO i GRANOBLAS, J.C. 2000. "Elaboración y validación de modelos de estimación de producción lechera en sistemas especializados". Revista colombiana de ciencias pecuarias.

STEINFELD, H. 2006. "Livestocks Long Shadow". Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO) <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>.

STERN, N. 2007. "Stern Review . La economía del cambio climático". <http://www.friendsoftsc.org/UserFiles/File/Stern%20Review%20Spanish.pdf>

TEXTOSCIENTIFICOS.COM. "Principios de la fermentación anaerobia".

UNFCCC. 2007. "Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera en base al Manual de referencia IPCC i UNFCCC". Submission 2007. Spain. CRF. Inventoty 2005. In: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submission/s/items/3929.php

UNIVERSITAT DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA. 2007. Tema 7. "Sanidad y producción del ternero de engorde". www.epidemiologia.vet.ulpgc.es/temarios/Tema%207.pdf

URIARTE, A. 2003. "Historia del clima de la Tierra".

Tesis

BLANCO ALBES, M. 2007. "Repercusión del destete precoz y la suplementación sobre las pautas de crecimiento y desarrollo de los terneros".

ROGER CERDÀ, A. "Fermentación ruminal, degradación proteica i sincronización energía-proteína en terneras en cebo intensivo".

SERRA I DALMAU, X. 2001. "La Raça Bruna dels Pirineus: qualitat de la carn i de la canal".

Llibres

ANDRIEU et al. 1984. "Alimentación práctica de bovinos". INRA, ITEB, EDE. Francia.

BLAXTER K.L., CLAPPERTON J.L., 1965., "Prediction of the amount of methane produced by ruminants", Brit. J. Nutr. 19.

BROSTER, W.H., 1979. "Estrategia de producción para vacas lecheras de alta producción" (). Ed. AGT.

GIRALS I REVENTÓS, E et al. 2001. "Història agrària dels països catalans".

GIRALS I REVENTOS, et al., 2000. "Estudis d'història agrària. La ramaderia: aspectes de la seva evolució. 14" Ed. Eumo.

GOUGH, H.C. 1976. "Aportes energéticos y sistemas de alimentación de los rumiantes". Gran Bretaña. Ed. Acribia.

JARRIGE, J et al. 1990. "Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos". Ed. Mundi-prensa.

LLEBOT RABAGLIATI, J.E. 1997. "El Canvi climàtic". Ed. Rubes.

LLEBOT RABAGLIATI, J.E. 2005. "El temps és boig i 74 preguntes més sobre el canvi climàtic". Ed. Rubes.

PHILLIPS, C.J.C. 2002. "Principios de producción bovina". Ed. Acribia.

SANCHEZ BELDA, A., 1984. "Razas Bovinas Españolas". Ministerio de agricultura y alimentación. Madrid

BLOC 5. Informació complementaria

SOTILLO RAMOS, J.L. I VIJIL MAESO, E., 1978. "Producción animal. Bases Fisiocotécnicas". Editorial Mijares.

TYLER MILLER, G, 1994. " Ecologia y medio ambiente". Ed Iberoamericana p. 397-398.

ZEAL SALGUEIRO, J. i DIAZ DIAZ, M.D. 1990. "Producción de carne con pastos i forrajes" Ed. Mundi-prensa. Madrid.

Webs principals

<http://faostat.fao.org/site/367/Default.aspx>

<http://www.idescat.cat>

<http://www.ipcc.ch/>

<http://www.marm.es/>

<http://www.fefric.com>

<http://www.gencat.cat>

<http://unfccc.int/2860.php>

5.2 Acrònims

ATP: Adenosina trifosfat.

CEE: Comunitat Econòmica Europea.

CORINE: Coordinated Information on the environment in the European community.

DAR: Departament d'Agricultura i Ramaderia.

FAO: Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació.

FAOSTAT: Base de dades estadístiques de la FAO.

FEFRIC: Federació d'Associacions de Frisó Català.

GEH: Gasos d'Efecte Hivernacle.

IDESCAT: Institut d'Estadística de Catalunya.

IEGEHE: Inventari d'Emissions de Gasos d'Efecte Hivernacle d'Espanya.

INRA: Institut Nacional d'Investigació Agronòmica de França.

IRTA: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentària.

IPCC: Panel Intergovernamental sobre el canvi climàtic.

MARM: Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino.

UE: Unió Europea.

Fórmules químiques

CH₄: Metà.

CO₂: Diòxid de carboni.

H₂: Hidrogen.

N₂O: Òxid nitrós.

O₃: Ozó.

BLOC 5. Informació complementaria

5.3 Glossari

Bacteris anaerobis estrictes: microorganisme que necessita viure en un medi on no hi hagi oxigen lliure.

Bacteris metanogènics: bacteri estrictament anaeròbic que creix en presència de diòxid de carboni i produeix gas metà.

Canvi climàtic: nom donat al procés de transformació del clima terrestre per efecte de les activitats humanes.

Condicions anaeròbies: situació en la que no hi ha oxigen.

Desfaunació: procés d'eliminació d'éssers vius en un ambient concret.

Digestibilitat: percentatge d'un aliment que és absorbit en el tracte intestinal i que passa al cos.

Efecte hivernacle: escalfament de l'atmosfera i de la superfície d'un planeta que s'esdevé pel fet que l'atmosfera deixa penetrar la radiació solar (d'ona curta) i reté la terrestre (radiació infraroja, d'ona llarga).

Ensitjat: Gra, farratge, etc, que es troba en una sitja o en sitges.

Escalfament global: procés d'augment gradual de la temperatura de la Terra, principalment per la intensificació de l'efecte hivernacle.

Explotació ramadera extensiva: sistema que suposa una explotació de l'animal en zones de pastures.

Explotació ramadera intensiva: sistema que suposa una explotació de l'animal altament tecnificat, amb l'objectiu d'obtenir el màxim rendiment.

Factors de Milancovitch: factors que contribueixen a variacions climàtiques i que es generen amb una periodicitat en el temps.

Farratge: verd destinat a l'alimentació del bestiar.

Fase metanogènica: fase en la que actuen els bacteris metanogènics.

Fenc: farratge sec, és a dir, que ha estat sotmès a la fenificació i que pot ésser emmagatzemat.

Fermentació: procés de transformació d'un substrat orgànic produït pels enzims de llevats, bacteris o fongs i que s'esdevé amb despreniment de gasos o sense.

Fermentació anaeròbia: Procés de fermentació que es dona en absència d'oxigen.

Fermentació entèrica: procés de fermentació microbiana a formes químiques més simples que poden ser absorbides i metabolitzades pels animals. Com a resultat d'aquest procés, es produeix metà que és eructat o exhalar pels animals.

BLOC 5. Informació complementaria

Forçament radiatiu: Alteració del balanç radiatiu produït pel canvi (generalment, antròpic) en un component atmosfèric o en les propietats de la superfície terrestre.

Jònega: Vaca jove, de menys de dos anys.

Lactació: Secreció i excreció de la llet.

Lignificació: Procés d'intercalació de lignina a la matriu cel·lulòsica de la paret cel·lular de la cèl·lula vegetal.

Lignificat: Que, a causa d'un procés de lignificació, té les parets cel·lulars impregnades de lignina.

Mínim de Maunder: nom amb el qual s'anomena al període comprès entre els anys 1645 i 1715 en el que es va produir una reducció de les taques solars. Va provocar una petita glaciació anomenada petita edat de gel.

Protozous: Grup d'organismes del regne dels protoctists que inclou espècies generalment unicel·lulars o bé que formen colònies on cada cèl·lula conserva, tot i així, la seva pròpia capacitat reproductora.

Quall: Quart compartiment de l'estómac dels *remugants*, on és represa la digestió química iniciada en el primer compartiment, el rumen, i interrompuda pel procés de *remugament*, però amb la diferència que en el quall la digestió és feta gràcies a sucs segregats per les mateixes parets de l'estómac (sobretot pepsina) i no per bacteris simbiòtics.

Ramat boví: Bestiar integrat per bous, vaques i vedells i, en general, per qualsevol representant domèstic de la subfamília dels bovins; des del punt de vista de la ramaderia, és el bestiar més important.

Remugant: Subordre d'animals mamífers de l'ordre dels *artiodàctils*, de formes i dimensions molt variables, caracteritzats per les particularitats de llur dentició i, sobretot, de llur aparell digestiu.

Reticle: Segon compartiment de l'estómac dels artiodàctils remugants i dels tilòpodes.

Rumen: Primer estómac dels artiodàctils dels subordres dels remugants i dels tilòpodes, en el qual desemboca l'esòfag i que precedeix el retinacle.

6. ANNEXOS

6.1 Cronograma

Tot seguit es mostra un cronograma seqüencial de les activitats realitzades durant el projecte. Es considera com a data d'inici del projecte el dia 6 d'Octubre de 2008 i com a data de finalització el dia 2 de Febrer de 2009, exceptuant la data de la presentació del projecte corresponent al 18-19 de Febrer de 2009.

BLOC 6. Annexos

Activitat		Setmana	Octubre					Novembre				Desembre					Gener				Febrer	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Fi
Primera fase	Establiment del tema i objectius																					
Segona fase	Recerca d'informació																					
	Estructuració del projecte																					
Tercera fase	Organització de dades																					
	Tractament de dades																					
	Redacció del Bloc II																					
	Correcció Bloc II																					
	Redacció del Bloc III																					
	Elaboració del programa pels càlculs																					
	Realització dels càlculs																					
	Comprovació dels càlculs																					
	Estudi dels resultats																					
	Correcció del bloc III																					
	Quarta fase	Discussió																				
Propostes de millora																						
Conclusions																						
Bibliografia, annexos i acrònims																						
Elaboració de l'article																						
Revisió de format, coherència i ortografia.																						

BLOC 6. Annexos

6.2 Pressupost

PERSONAL				
Honoraris	Concepte	Hores	Preu unitari	Preu total
	Hores /persona	400	13,14 €/hora	5256
	Total hores	400	13,14 €/hora	5256
	Automòbil	320	0,17 €/km	54,4
TOTAL				5310,40 €

MATERIAL				
Materials	Concepte	Hores	Preu unitari	Preu total
	Impressions	3	10,8	32,4 €
	Enquadernacions	3	5	15 €
	CD's	3	1,2	3,6 €
TOTAL				51 €

Cost del projecte	5.361.4 €
IVA 16%	857,82 €
Cost total del projecte	6.219,22 €

BLOC 6. Annexos

6.2.1 Justificació del pressupost

Honoraris:

Per tal de poder determinar els honoraris per hora que cobra un ambientòleg es pren el salari mínim d'un titulat superior en una consultoria. D'acord amb la RESOLUCIÓN del 28 de desembre de 2006, de la Dirección General de Trabajo (publicat al BOE de 12 de gener de 2007), el sou per un graduat superior és el següent: 20.972,44 €/any, amb un plus de conveni de 1466,53 €/any. Amb les revisions de l'IPC dels anys 2007 (4,2%) i 2008 (2%), el honoraris anuals queden de la següent forma: el sou base es situaria en 22.290,35 €/any i el complement en 1.495,86, el que suposa un salari anual de 23.786,21 €/any. Si es considera que es treballa el màxim establert al conveni (1810 hores/any) s'obté un salari de 13,14 €/hora.

Desplaçaments:

Es considera la distància recorreguda efectuada amb automòbil de 320 km en els desplaçament realitzats per a la recerca de dades. En el mateix conveni (Artículo 30. Dietas y desplazamientos.), els desplaçaments realitzats en vehicle propi es situa el preu per kilòmetre en 0,17 €.

BLOC 6. Annexos

6.3 Programa per a la realització dels càlculs

Aquest projecte s'acompanya amb un programa dissenyat per als càlculs. Aquest programa s'ha realitzat en base a les directrius de l'IPCC. Per al càlcul del factor de conversió s'ha utilitzat l'equació plantejada per Cambra et al. 2008. al seu treball. Les instruccions per al càlcul es detallen a continuació.

6.3.1 Instruccions

Aquest programa està realitzat amb fulles de càlculs Excel. Les cel·les a omplir són les que tenen el requadre en verd.



- A la pestanya **càlculs d'emissió** s'han d'omplir les següents cel·les:

Caps de boví: nombre d'animals de cadascuna de les diferents subcategories.

Pes (kg): pes mitjà d'un animal al final del període de la seva subcategoria dividit entre 2. Exemple: En la categoria d'animals menors de 12 mesos. Si l'animal és sacrificat als 10 mesos amb un pes de 360 kg s'ha de consignar 180 kg.

Augment de pes (g/dia): augment de pes diari dels animals de cadascuna de les subcategories. S'ha de fer la mitjana anual.

Llet dia (kg/dia): quantitat de llet mitjana que produeix l'animal cada dia. S'ha de fer la mitjana anual.

Greix (%): contingut de greix de la llet produïda.

Pes corporal d'una femella adulta: pes corporal mitjà de les femelles adultes.

El valor de la digestibilitat per als càlculs generals es fa a partir de la dieta que ingereix l'animal.

- A la pestanya **digestibilitat (1):**
dóna el valor de digestibilitat per a la subcategoria d'animals menors de 12 mesos destinats a sacrifici. S'ha d'introduir la mitjana de la quantitat d'aliments (en kg) que ingereix un animal típic. A la cel·la lactació es consignarà el període (en mesos) que l'animal ha pres llet. Per exemple, si l'animal ha pres només llet 2 setmanes, i 1 mes i 2 setmanes llet i farratges, el període a consignar seria: 0,5 mesos només llet + ½ mes + 0,25 mesos = 1,25. El període que pren llet i farratges es computa com la meitat de temps.

BLOC 6. Annexos

- **A la pestanya digestibilitat (2)**

dóna el valor de digestibilitat dels animals comprats per a sacrifici. S'ha d'introduir la mitjana de la quantitat d'aliments (en kg) que ingereix un animal típic.

- **A la pestanya digestibilitat (3)**

dóna el valor de digestibilitat de la resta de subcategories. S'ha d'introduir la mitjana de la quantitat d'aliments (en kg) que ingereix un animal típic.

Resultats:

Els resultats en **kg de metà any** es mostra a la pestanya **càlculs d'emissió**, per a cada subcategoria i en total.